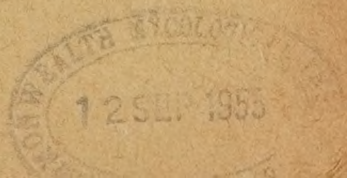
Vol. XXIV Nr 2 1955

ACTA SOCIETATIS BOTANICORUM POLONIAE

Organ Polskiego Towarzystwa Botanicznego
Publication de la Société Botanique de Pologne



WARSZAWA 1955



TREŚĆ – SOMMAIRE

Vol. XXIV. Nr 2.

ACTA SOCIETATIS BOTANICORUM POLONIAE

Organ Polskiego Towarzystwa Botanicznego
Publication de la Société Botanique de Pologne

Vol. XXIV Nr 2



WARSZAWA 1955

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE — DZIAŁ CZASOPISM
Warszawa 1, Krakowskie Przedmieście 79.

Nakład 1533 + 102 egz.	*Oddano do składania 24.I.55*
Ark. wyd. 25, druk. 19	*Podpisano do druku 15.VI.55*
Papier ilustr. III kl. 80 g 70×100/16	*Druk ukończono w lipcu 1955*
Cena zł 20. —	*Zamówienie 32 B-6-3880*

Stł. Drukarnia Naukowa, Warszawa, Śniadeckich 8.

ACTA SOCIETATIS
BOTANICORUM POLONIAE
Vol. XXIV — Nr 2
1955

Alkaloidy i glikozydy flawonowe widłaków

Alkaloide und Flavonglukoside der Lycopodien

J. MUSZYŃSKI

Liczący około 140 gatunków i podgatunków rodzaj *Lycopodium* wyróżnia się pod względem fitochemicznym z całej grupy paprotników zawartością silnie działających alkaloidów, których nie spotyka się zupełnie w klasie paproci i dość rzadko u skrzypów.

Wszystkie zbadane widłaki europejskie (Muszyński 1934, 1935, 1948) oraz północno-amerykańskie (Manske a. Marion 1942; 1943, 1944, 1946) zawierają alkaloidy o 1 atomie azotu i najczęściej 16—18 atomach węgla w cząsteczce. Wśród znanych dotychczas alkaloidów wykryto w widłakach nikotynę. W literaturze (Henry 1949) spotyka się również wzory alkaloidów widłakowych o mniejszej lub większej ilości węgli w cząsteczce.

Do roku 1934 spotykało się w literaturze krótkie prace tylko o dwóch alkaloidach widłakowych. Mianowicie w roku 1881 Boedeker (1881) wyodrębnił alkaloid z ziela *Lycopodium complanatum,* nazwał go likopodyną i podał jego wzór sumaryczny $C_{32}H_{54}O_3N_2$. Likopodyna Boedekera nie była czystym indywiduum chemicznym lecz zespołem alkaloidów. Achmatowicz i Uzięblo (1938) wydzielili z ziela *L. clavatum* czysty związek o wzorze $C_{16}H_{25}ON$ i temp. topn. 115—116^0 C, który nazwali również likopodyną. Nie należy przeto utożsamiać likopodyny Boedekera z likopodyną Achmatowicza. Jak wykazały późniejsze badania Manske i Marion (1942—1946) likopodyna Achmatowicza występuje obok innych alkaloidów w wielu widłakach.

Drugim gatunkiem widłaka badanym przed 1934 rokiem był spotykany w górach Południowej Ameryki *Lycopodium saururus,* zwany tam „pillijan". Z tego gatunku Capdeville (1886) wyodrębnił alkaloid pillijaninę. Arata i Canzoneri (1892) w roku 1892 ustalili wzór cząsteczkowy pillijaniny $C_{15}H_{24}ON_2$, stwierdzając jednocześnie, że jest ona bardzo toksyczna i posiada nieprzyjemny mysi zapach przypominający koniinę.

W roku 1934 Muszyński (1934) stwierdził, że wszystkie występujące w Polsce gatunki widłaków zawierają w zielu (nie w zarodnikach!) silnie działające alkaloidy, zwłaszcza *L. selago*, należący do tej samej sekcji co *L. saururus*. Otrzymane alkaloidy nie były jednak czystymi indywiduami chemicznymi lecz zespołem kilku alkaloidów. Zespoły te do czasu aż zostaną rozdzielone oznaczono nazwami od łacińskiej gatunkowej nazwy widłaków:

annotinum	z *Lyc.*	*annotinum*
clavatinum	„ „	*clavatum*
complanatinum	„ „	*complanatum* (likopodyna Boedekera)
inundatinum	„ „	*inundatum*
selaginum	„ „	*selago*.

Ilość tych alkaloidów w suchym zielu zależnie od gatunku i pochodzenia widłaków wynosiła od 0,2 do 0,9%. W tymże roku 1934 rosyjski uczony Orechoff (1934) opisał zespół alkaloidów z ziela *L. annotinum*.

Rozdzielenie zespołu alkaloidów z *L. clavatum* przeprowadzili w roku 1938 Achmatowicz i Uziębło (1938). Wydzielili oni 3 indywidua chemiczne:

likopodynę	— $C_{16}H_{25}ON$,	temp. topn.	115—116°
klawatynę	— $C_{16}H_{25}O_2N$,	„ „	212—213°
klawatoksynę	— $C_{17}H_{27}O_2N$,	„ „	185—186°

Wszystkie te alkaloidy — jak podają autorzy — mają charakter amin trzeciorzędowych, są pozbawione grup NCH_3 i OCH_3 i nie wykazują właściwości aldehydów lub ketonów.

Dopiero wyżej wspomniane prace polskie wzbudziły zainteresowanie alkaloidami widłakowymi. Od roku 1942 kanadyjscy uczeni Manske i Marion (1942—1946) zajęli się badaniem widłaków Kanady i Północnej Ameryki (*L. flabelliforme* Frn., *L. lucidulum* Mich., *L. obscurum* L., *L. sabinaefolium* Willd., *L. tristachium* Pursh. itd.) Dotychczas wydzielono z widłaków, zwłaszcza na drodze chromatograficznej, około 40 alkaloidów o różnych wzorach cząsteczkowych i temperaturach topnienia. Spośród otrzymanych dotychczas alkaloidów widłakowych zaledwie 8 posiada nazwy własne, natomiast większość otrzymanych przez Manske i Marion'a alkaloidów oznaczona jest literą L (Lycopodium) i numerem porządkowym, a więc L_1, L_2, L_3 itd. Dotychczas nie znamy jeszcze ani jednego wzoru strukturalnego alkaloidów widłakowych.

Do alkaloidów widłakowych mających nazwy własne należą:

Annotinina	— $C_{16}H_{25}ON$,	temp. topn. 115—116°
Clavatina	— $C_{16}H_{25}O_2N$,	„ „ 212—213°
Clavotoxina	— $C_{17}H_{27}O_2N$,	„ „ 185—186°
Complanatina	— $C_{18}H_{31}ON$,	„ „ 169°
Obscurina	— $C_{18}H_{28}ON_2$,	„ „ 282°
Piliijanina	— $C_{15}H_{24}ON_2$,	„ „ 64—65°
Saururina	— $C_{10}H_{19}N$,	(alk. płynny)
Sauroxina	— $C_{17}H_{26}ON_2$,	temp. topn. 198°

Niektóre z tych alkaloidów, np. likopodyna, obskuryna, występują w różnych gatunkach widłaków. Wśród lotnych z parą wodną alkaloidów widłakowych Manske i Marion znaleźli nikotynę lub związki jej pokrewne. Jeśli wyciąg z ziela *L. selago* lub *L. saururus* zalkalizować i poddać destylacji z parą wodną, otrzymuje się destylat alkaliczny o nieprzyjemnym mysim (koniinowym) zapachu. Po zakwaszeniu destylatu zapach ten znika, a destylat po odparowaniu pozostawia krystaliczny alkaloid o wybitnym działaniu miotycznym (zwężającym źrenicę).

FARMAKODYNAMIKA ALKALOIDÓW WIDŁAKOWYCH

Farmakodynamicznymi właściwościami alkaloidów *L. saururus* zajmowali się już w 1892 roku Arata i Canzoneri (1892), stwierdzając, że są one bardzo toksyczne i wywołują u psów porażenie mięśni i oddechu. Następnie Muszyński (1949) stwierdził, że wodne odwary 1 : 5 naszych krajowych widłaków, wstrzyknięte żabom (wagi 30—40 g) w ilości 0,2 do 0,6 ml wywołują w ciągu 10—20 minut całkowite porażenie typu kurarycznego. Najbardziej toksyczne okazały się wyciągi z *L. selago*. Roztwory selaginy (0,5 — 1%) wkroplone do oka wywołują już po upływie 10 minut silne zwężenie źrenicy.

P. Oficjalski (1937) badał w 1937 r. toksyczność krajowych widłaków i ustalił następujące dawki śmiertelne alkoloidów w g/kg:

Alkaloid	kot	królik	szczur	żaba
annotyna	0,05 — 0,1	0,15 — 0,4	0,7 — 1,3	0,3 — 0,5
klawatyna	0,05 — 0,1	0,1 — 0,2	0,1 — 0,2	0,1 — 0,5
komplanatyna	0,05 — 0,1	0,08 — 0,2	0,15 — 0,4	0,1 — 0,5
Inundatyna	0,05 — 0,1	—	—	0,3 — 0,5
selagina	0,005	0,02 — 0,05	0,15 — 0,3	0,02 — 0,08
pillijanina	0,005	0,03 — 0,05	—	—

Potwierdził on również charakterystyczną właściwość selaginy wywoływania silnego zwężenia źrenicy, której pozbawione są alkaloidy innych widłaków krajowych.

Wydzielone przez Achmatowicza i Uziębłę (1938) alkaloidy *L. clavatum* badał prof. J. Modrakowski w Uniwersytecie Warszawskim, ustalając następujące dawki toksyczne dla myszy:

likopodyna	0,15	g/kg
klawatyna	0,1	g/kg
klawatoksyny	0,125	g/kg

M. Jasińska w 1938 r. (1952) badała działanie annotyny i selaginy (zespół alkaloidów). Ustaliła ona następujące dawki śmiertelne:

annotyny	dla żab 0,60 — 0,85 g/kg
selaginy	dla żab 0,02 — 0,03 g/kg, dla psa 0,008 g/kg.

Annotyna wkroplona do worka spojówkowego kota nie ma wpływu na szerokość źrenicy, natomiast selagina działa wyraźnie zwężająco na źrenicę kota. Zwężenie to ustępuje pod wpływem atropiny.

Pierwsze próby stosowania alkaloidów widłakowych w lecznictwie zostały dokonane w Polsce. Mianowicie dr E. Miratyńska-Ernestowa (1948) stosowała 1‰ roztwory selaginy w różnych postaciach jaskry jako środek zastępczy zamiast alkaloidów pilokarpiny i ezeryny. Autorka stwierdziła w Klinice Ocznej w Łodzi (kierownik prof. J. Sobański), że selagina doskonale obniża ciśnienie w gałce ocznej, nie wywołuje miejscowych podrażnień i może zastępować pilokarpinę i ezerynę.

Działanie farmakodynamiczne alkaloidów widłakowych otrzymanych przez Manske i Marion'a badali w 1945 r. Leo i Chen (1945) i ustalili jako dawki śmiertelne dla myszy:

LD_{50}	likopodyny	0,02758	g/kg
	komplanatyny	0,01487	g/kg
	obskuryny	0,09917	g/kg
	annotyny	0,1146	g/kg

Porównawcze badania nad działaniem fizjologicznym annotyny i likopodyny przeprowadzali w 1948 r. Marier i Bernard (1948).

Z przeglądu tego widzimy, że większość obserwacji nad farmakodynamiką alkaloidów widłakowych została dokonana w Polsce.

Inne alkaloidy poza selaginą nie znalazły dotychczas zastosowania w lecznictwie.

GLIKOZYDY WIDŁAKOWE

Dotychczas w literaturze nie było wzmianek o występowaniu glikozydów w zielu widłaków. Tymczasem niektóre widłaki, np. *L. selago* i *L. inundatum*, zawierają — podobnie jak niektóre skrzypy — glikozydy flawonowe w ilości 1 — 2%.

Przy wytrawieniu ziela *L. selago* 90% alkoholem w aparacie Soxhleta wydziela się z zagęszczonego do połowy i oziębionego wyciągu dość obfity, zielonawo-szary, galaretowaty osad, składający się z glikozydu, wosków, chlorofilu i substancji żywicowatych.

Odsączony osad wytrawia się kilkakrotnie wrzącym chloroformem w celu usunięcia chlorofilu, wosków i substancji żywicowatych. Nierozpuszczalny w chloroformie glikozyd rozpuszcza się we wrzącym 90% alkoholu, sączy i wlewa do 10-krotnej ilości wody destylowanej, zakwaszonej kwasem solnym do pH = 2 (ok. 0,036%). Glikozyd wypada w postaci puszystego, kłaczkowatego osadu, barwy jasnokremowej. Odsączony osad suszy się w temperaturze 50—60° i proszkuje. Selaginozyd można również oczyszczać przez rozpuszczenie go w gorącym kwasie octowym i strącenie podwójną ilością wody. Tak otrzymany selaginozyd ma wygląd lekkiego, bezkształtnego proszku barwy jasnokremowej, bez smaku i zapachu. Prawie się nie rozpuszcza w wodzie, eterze, chloroformie, benzenie i benzynie; łatwo rozpuszcza się w pirydynie, wrzącym alkoholu, acetonie, kwasie octowym i z takich roztworów przy rozcieńczeniu ich wodą może być z powrotem wytrącony. Dotychczas nie udało się otrzymać go w stanie krystalicznym. Przy odparowaniu na szkiełkach roztworów selaginozydu w alkoholu, acetonie lub kwasie octowym wydziela się on w postaci drobniutkich sferokryształów, o temp. topn. 193—196°.

Selaginozyd bardzo łatwo rozpuszcza się w amoniaku lub roztworach ługów, dając intensywnie żółto zabarwione roztwory (charakterystyczna cecha glikozydów flawonowych). Przy zakwaszeniu takich roztworów żółte zabarwienie znika, płyn mętnieje i wydziela się rozpuszczony glikozyd.

Selaginozyd z α-naftolem i kwasem siarkowym (reakcja Molischa) daje typowe dla cukrów i glikozydów fioletowe zabarwienie.

Alkaliczny roztwór selaginozydu redukuje przy ogrzaniu amoniakalny roztwór azotanu srebra. Jednak roztworu Fehlinga nie redukuje nawet przy dłuższym ogrzewaniu.

Jako związek flawonowy selaginozyd daje charakterystyczną dla flawonów reakcję Willstätter-Shibata (redukcja flawonów do antocyjanidyn). Wykonanie reakcji: 0,01 — 0,02 związku flawonowego rozpuścić

w 10 ml alkoholu, dodać 1,5 ml mocnego kwasu solnego i wsypać 0,1 metalicznego magnezu; zaczyna się gwałtowne wydzielanie wodoru i ciecz natychmiast lub w ciągu paru minut zabarwia się na kolor od pomarańczowo-czerwonego do czerwono-malinowego; reakcja ta polega na redukcji pierścienia pyronowego flawonów do związku pyryliowego, występującego w antocyjanidynach. Glikozydy i aglikony flawonowe o mniejszej zawartości grup hydroksylowych w cząsteczce, np. apiina lub apigenina (trójoksyflawon) dają zabarwienie pomarańczowo-czerwone, a związki bogatsze w grupy OH, np. rutyna (rutozyd) lub jej aglikon kwercetol (pięcioeksyflawon) barwią się na kolor malinowo-czerwony, utrzymujący się bez zmiany w ciągu wielu tygodni, a nawet miesięcy. Selaginozyd przy redukcji magnezem metalicznym barwi się natychmiast na kolor czerwono-malinowy, podobnie jak rutyna, a więc posiada prawdopodobnie aglikon podobny do kwercetolu.

Roztwór alkoholowy selaginozydu 1 : 1000 zabarwia się od $FeCl_3$ na kolor brunatny (jak apiina).

Przy mikrosublimacji w temperaturze 260—280° sublimują żółte igiełkowate i sierpowate kryształki (dł. 15 do 140 μ) o temp. topn. 240—255°, a przy mikrosublimacji w temperaturze 280—320° — miotełkowate kryształy o temp. topn. 270—275°.

Pod lampą kwarcową suchy selaginozyd wykazuje intensywną barwę czerwono-brunatną. Jeśli rozcieńczonym 1 : 1000 spirytusowym roztworem selaginozydu zrobimy plamę na pasku bibuły, to po wysuszeniu będzie ona niedostrzegalna, ale pod lampą kwarcową jest wyraźnie czerwono-brunatna. Rozcieńczone roztwory spirytusowo-wodne selaginozydu wykazują pod lampą kwarcową fioletową fluorescencję. W przeciwieństwie do alkaloidów widłakowych selaginozyd nie jest toksyczny, albowiem dawki 0,03 selaginozydu wstrzykiwane żabom i myszom nie wywoływały jakichkolwiek objawów toksycznych i zwierzęta pozostawały przy życiu.

Ze 100 g suchego ziela *L. selago* otrzymuje się 1,2 do 1,8 selaginozydu o temp. topn. 191—193°.

Podobny, a nawet może identyczny z selaginozydem glikozyd otrzymał mój współpracownik mgr Wiktor Panasewicz z ziela *Lycopodium inundatum* L.

Przeprowadzone przeze mnie badania wstępne ziela *L. clavatum* i *L. annotinum* wykazały, że nie zawierają one glikozydów flawonowych.

Dawniej lud stosował ziele *L. selago* do barwienia wełny na kolor żółty (Gerald-Wyżycki J. — Zielnik ekonomiczno-techniczny, Wilno, 1845, t. II, p. 292).

STRESZCZENIE

Autor podaje dotychczasowe dzieje badań i obecny stan naszych wiadomości o alkaloidach widłakowych. Są to alkaloidy o nieznanej jeszcze budowie, zawierające przeważnie (wyjątki są rzadkie) 15 do 18 węgli i jeden (rzadko 2) azot w cząsteczce. Wszystkie alkaloidy widłaków europejskich są bardzo trujące i porażają centralny układ nerwowy. Najbardziej toksycznym jest zespół alkaloidów *Lycopodium selago*, nazwany selaginą. Selagina — podobnie jak alkaloid pillijanina z *L. saururus* — posiada wybitne działanie miotyczne, podobne do działania pilokarpiny, co zostało stwierdzone w Klinice Ocznej Akademii Medycznej w Łodzi. Inne alkaloidy widłaków europejskich nie posiadają działania miotycznego.

Następnie autor opisuje nie wspomniane dotychczas w literaturze i otrzymane przez niego glikozydy flawonowe w zielu *Lycopodium selago* i *L. inundatum*. Glikozyd ten, nazwany selaginozydem — podobnie jak glikozydy kwercetolowe — daje czerwono-malinowe zabarwienie przy reakcji Willstätter-Shibata (redukcja metalicznym Mg + HCl). Selaginozyd (w przeciwieństwie do alkaloidów) nie jest trujący. Dawniej lud stosował ziele *L. selago* do barwienia wełny na piękny kolor żółty.

Zakład Farmakognozji
i Uprawy Roślin Leczniczych
Akademii Medycznej w Łodzi

(Wpłynęło 20.IX.1954 r.)

ZUSAMMENFASSUNG

Der Verfasser gibt einen kurzen historischen Ueberblick und die Charakteristik der Lycopodiumalkaloide, die in der bisherigen Literatur beschrieben worden sind. Die genauen Strukturformeln der bis jetzt bekannten Alkaloide sind noch unbekannt. Die Mehrzahl von ihnen (mit wenigen Ausnahmen) hat 15—18 Kohlenstoffatome und 1, selten 2 Stickstoffatome im Molekül.

Alle Alkaloide der europäischen Lycopodiumarten sind sehr toxisch, besonders das Selagin aus *Lycopodium selago* L.

Selagin — so wie auch Pillijanin aus *Lycopodium saururus* Lam. — besitzt eine ausgesprochene myotische und den intraokulären Druck herabsetzende Wirkung gleich Pilokarpin oder Eserin. Daher wird Selagin seit einigen Jahren in der Augenklinik in Lodz an Stelle des Pilokarpins zur Glaukombehandlung mit gutem Erfolge verwendet.

Beim Menschen ruft Selagin schon in Gaben von 0,01 bei peroraler sowie subkutaner Anwendung heftiges Erbrechen und Pupillenverengung hervor. Die Alkaloide der anderen europäischen Lycopodiumarten besitzen diese Wirkung nicht.

In vegetativen Teilen von *Lycopodium selago* fand der Verfasser ein Flavonglukosid (vorläufig Selaginosid genannt), das typische Reaktionen der Querzetolglukoside gibt. Dieses Glukosid ist ungiftig.

Abkochungen von *Lyc. selago* wurden von der Bevölkerung Polens zum Gelbfärben der Wolle benutzt.

LITERATURA

Achmatowicz O., Uzięblo W., 1938, Alkaloidy widłaka babimoru (*Lycopodium clavatum* L.) — „Roczn. Chemii", t. XVIII, p. 88.

Arata P. N., Canzoneri F., 1892, Contributo allo studio del Pillijan (*Lycopodium saururus* Lam.) — „Gaz. Chim. Italiana", t. 22, p. 146.

Bödeker K., 1881, Lycopodin, das erste Alkaloid der Gefässkryptogamen — „Liebig's Annal. Chem.", t. 208, p. 363.

Capdeville Ch., 1886, Etudes botaniques, chimiques et physiologiques sur pillijan (*Lycopodium saururus* Lam.), Diss, Paris.

Henry T. A., 1949, The Plant Alkaloids, London, p. 752.

Jasińska M., 1952, Farmakologiczne działanie annotyny i selaginy — „Act. Polon. Pharmaceut.", t. 9, p. 113.

Lee a. Chen, 1945, „Journ. Amer. Pharmac. Assoc., t. 34, p. 197.

Manske a. Marion, 1942, „Canad. Journ. Res.", t. 20 B, p. 87.

Manske a. Marion, 1943, „Canad. Journ. Res.", t. 21 B, p. 92

Manske a. Marion, 1944, „Canad. Journ. Res.", t. 22 B, p. 53.

Manske a. Marion, 1946, „Canad. Journ. Res.", t. 24 B, p. 63.

Marier et Bernard, 1948, „Canad. Journ. Res.", t. 26, p. 174.

Miratyńska-Ernestowa E., 1948, Selagina jako środek zastępczy pilokarpiny i ezeryny — „Klinika Oczna", Łódź, t. 18, p. 435.

Muszyński J., 1934, Alkaloidy europejskich gatunków *Lycopodium*, „Acta Soc. Botan. Poloniae", t. 11, p. 277.

Muszyński J., 1935, Alkaloide der europäischen Lycopodiumarten, „Arch. Pharm. u. Ber. dtsch. pharm. Ges.", p. 452.

Muszyński J., 1948, The Alkaloids of Clubmosses, „Quart. Journ. Pharmacy a. Pharmacol.", t. 21, p. 34.

Oficjalski P., 1937, Contribution a l'étude de la toxicité des alcaloïdes des lycopodes — „Bull. Sc. Pharmacologiques", t. 44, p. 470.

Orechoff A., 1934, „Arch. Pharm. u. Ber. dtsch. pharm. Ges.", t. 272, p. 673.

ACTA SOCIETATIS
BOTANICORUM POLONIAE
Vol. XXIV — Nr 2
1955

Zależność przyrostu drzew w Tatrach od wahań klimatycznych

The dependence of the diameter growth of trees from Tatra mountains on the climatic fluctuations

K. ERMICH

WSTĘP

Obok naturalnych zbiorowisk roślinnych, których charakter jest odbiciem zespołowego wpływu elementów siedliska — przyrost drzew jest również wrażliwym instrumentem, odzwierciadlającym kompleksowe oddziaływanie czynników zewnętrznych, szczególnie klimatycznych, na rośliny.

Badania nad przyrostem drzew są ułatwione wymiernością przyrostów rocznych, zaznaczających się w formie pierścieni, łatwą do ujęcia przy pomocy liczb mniej lub bardziej dokładnych, w zależności od subtelności aparatów, którymi się w tego rodzaju badaniach posługujemy.

Zagadnienie, o którym tu będzie mowa, było już wielokrotnie analizowane również i z praktycznych względów. Uwzględnienie wpływu elementów meteorologicznych na produkcję tak cennego surowca, jakim jest dzisiaj drewno, ma bowiem doniosłe znaczenie dla gospodarstwa leśnego. Toteż w literaturze fachowej coraz częściej mówi się o konieczności szerszego uwzględnienia stosunków meteorologicznych przy ocenie możliwości przyrostu drzew. I tak między innymi B. Primault (1953) w wyniku swoich badań wyraźnie podkreśla, iż: „Il est indispensable de tenir compte de l'évolution des éléments météorologiques dans l'appréciation des chiffres d'accroissement obtenus lors des revisions d'aménagement".

Dotychczasowe wyniki badań różnych autorów (porównaj Ermich 1953) wskazują na to, że obraz zależności przyrostu drzew od elementów klimatycznych ulega zmianie w zależności od stosunków siedliskowych. Wynika z tego, że zbyt pochopne uogólnianie osiągniętych wyników badań w sposób szablonowy jest niesłuszne.

1. CEL BADAŃ

W badaniach niniejszych chodziło o wykazanie, które elementy klimatyczne ujawniają swój wpływ na przyrost drzew, w jakich okresach roku ów wpływ najbardziej dominuje, oraz jak reagują jodła i świerk z ekspozycji północnej i południowej. Pragnąłem również stwierdzić, w jakim stopniu reagują na wahania klimatyczne drzewa, które wyrosły w drzewostanie w pełnym zwarciu. Tego rodzaju ujęcie jest szczególnie ważne z uwagi na praktyczne jego znaczenie w gospodarstwie leśnym, gdyż zwyczajnie wzrost drzew odbywa się w drzewostanach normalnie zwartych.

Na podstawie moich badań nad zależnością przyrostu świerków tatrzańskich od klimatu solarnego (Ermich i Mergentaler 1953) doszedłem do wniosku, że obraz zależności przyrostu drzew od wahań klimatycznych jest znacznie wyraźniejszy, jeśli do analizy pobiera się materiał przyrostowy z drzew wyrosłych na osobności lub w drzewostanie o przerwanym zwarciu. Stosunki klimatyczne wnętrza takiego drzewostanu, które mają duży wpływ na rozwój drzew, są wówczas w większym stopniu uzależnione od czynników makroklimatycznych, aniżeli w zwartym drzewostanie, gdzie warstwa koron izoluje wnętrze lasu od wpływów zewnętrznych. Dlatego też w badaniach niniejszych byłem z góry przygotowany na to, że ze względu na normalne zwarcie drzewostanów, w których wybrałem drzewa do badań, napotkam na pewne trudności w ujawnieniu wpływu wahań poszczególnych elementów meteorologicznych na przyrost drzew. Kierowały mną jednak założenia, które przytoczyłem na wstępie niniejszego rozdziału.

2. WYBÓR DRZEW DO BADAŃ

Do badań posłużył mi materiał przyrostowy pozyskany w lipcu 1953 roku. Ostatni pełny przyrost pochodził więc z roku 1952. Materiał ten dotyczył jodły, świerka i modrzewia, pobrany z buka nie nadawał się do opracowania, gdyż granice słojów były za mało widoczne na wałeczkach pozyskanych przy pomocy świdra przyrostowego Presslera.

Do badań wybrałem 30 okazów modrzewia, taką samą ilość jodły z ekspozycji północnej i tyleż z południowej, oraz po 30 sztuk świerków również z obu ekspozycji. Razem badałem 150 drzew.

Badania nad przyrostem wysokości drzew dotyczyły tylko jodły pochodzącej z ekspozycji północnej. Przyrost grubości badałem na wszystkich wymienionych drzewach (150 sztuk).

Jodłę i świerk ze zbocza północnego wybrałem w oddziale 1 („Gronik") leśnictwa Kościelisko. Oba gatunki rosły tam w pomieszaniu ze sobą.

Opis tego zbiorowiska roślinnego przedstawia się następująco (zdjęcie fitosocjologiczne wykonano 22.VIII.1953 r. 10 × 10 m):

Wzniesienie n. p. m. 940 m, ekspozycja „N“, nachylenie około 10 do 15%, teren lekko pofałdowany. Zwarcie koron 0,8, pokrycie runa 90%, mchów 80%. Najgrubszy świerk 29 cm, najgrubsza jodła 30 cm. Wiek przeciętny jodły 65 lat, świerka 63 lat. Pomieszanie: świerk 0,7, jodła 0,3. Gleba: glina z przymieszką piasku, należąca do gleb brunatnych górskich, sprawna, o powierzchniowym zakwaszeniu, głęboka, szkieletowa w głębszych warstwach, na dolomicie.

Skład florystyczny był następujący:

Gatunki charakterystyczne dla rzędu *Fagetalia silvaticae:*

c. *Acer pseudoplatanus* (siewki) +
Asarum europaeum 1,2
Neottia nidus avis 1, r
Actaea spicata +

Gatunki charakterystyczne dla związku *Fagion silvaticae:*

c. *Dentaria bulbifera* +
Polystichum lobatum +

Gatunki charakterystyczne dla zespołu *Fagetum carpaticum:*

c. *Dentaria glandulosa* +
Cardamine trifolia +, 2

Gatunki charakterystyczne dla rzędu *Vaccinio-Piceetalia:*

c. *Homogyne alpina* 3,3
Vaccinium myrtillus 2,2
Luzula maxima +,2

Gatunki charakterystyczne dla związku *Piceion excelsae:*

a. *Picea excelsa* 3,3

Gatunki towarzyszące:

a. *Abies alba* 2,3
c. *Calamagrostis* sp. 1,2
Polygonatum verticillatum +,2
Phyteuma spicatum +,2
Aira flexuosa +,2—3
Gentiana asclepiadea +
Calamagrostis arundinacea +,2
Prenanthes purpurea 1,1
Oxalis acetosella 3,3
Dryopteris filix mas +
Hieracium murorum × *vulgatum* +
Epipactis latifolia +
Sorbus aucuparia +

Abies alba +
Carex digitata +,2
Soldanella montana +,1—2
Phegopteris dryopteris +
d. *Rhytidiadelphus triquetrus* 3,4
Hylocomium splendens 4,4
Fissidens cristatus +,2
Plagiochila asplenioides +,2—3
Calliergon cuspidatum 1,2
Hypnum Schreberi 1,1

Z powyższego wynika, że jedynie jodła znajduje się na właściwym siedlisku, gdyż zbiorowisko leśne należy do rzędu *Fagetalia silvaticae*. Świerk natomiast wprowadzony sztucznie rośnie w warunkach nieodpowiednich i wpłynął zniekształcająco na siedlisko, które uległo powierzchniowemu zakwaszeniu.

Jodły i świerki z południowej ekspozycji wybrałem na Gubałówce w lesie „Szymaszkowa"; rosły obok siebie w pomieszaniu w tym samym drzewostanie (zdjęcie wykonano 4.VI.1954 r. 10 × 10 m.):

Wzniesienie n. p. m. 1000 m, ekspozycja „S", nachylenie około 15%. Zwarcie koron 0,8, pokrycie: podrostu 50%, runa 70%, mchów 15%. Najgrubszy świerk 47 cm, najgrubsza jodła 50 cm, pomieszanie: jodła 0,4, świerk 0,6. Przeciętny wiek świerka około 90 lat, jodły około 80 lat. Podrosty dobrze zwarte około 8 lat, z niedużą przymieszką świerka.

Gleba: piaszczysto-gliniasta należąca do gleb brunatnych górskich, ślady butwiny, głęboka, szkieletowa w głębszych warstwach, na piaskowcu, lekko zakwaszona, dość sprawna.

Skład florystyczny był następujący:

Gatunki charakterystyczne dla rzędu *Vaccinio-Piceetalia:*
b. *Salix silesiaca* +
c. *Vaccinium myrtillus* 4,3
Vaccinium vitis idaea +,2
Homogyne alpina 2,2
d. *Polytrichum attemiatum* 1,2

Gatunki charakterystyczne dla związku *Piceion excelsae:*
a. *Picea excelsa* 4,3

Gatunki charakterystyczne dla rzędu *Fagetalia silvaticae:*
c. *Viola silvestris* 1,1

Gatunki towarzyszące:
a. *Abies alba* 1,1
b. *Abies alba* 2,2
Picea excelsa 3,2—3

Sorbus aucuparia +
c. *Athyrium filix femina* 1,2
Maianthemum bifolium 1,3
Soldanella montana 1,2
Hieracium murorum +,2
Hieracium vulgatum × *murorum* 1,2
Ranunculus repens +
Prenanthes purpurea +
Hieracium vulgatum +
Equisetum silvaticum +
Calamagrostis arundinacea +,2
Aira flexuosa 2,2—3
Galium rotundifolium +,2
Salix silesiaca (siewki) +
Sorbus aucuparia +
Gentiana asclepiadea +,2
d. *Entodon Schreberi* 1,2
Dicranum scoparium +,2

Zbiorowisko roślinne wyżej opisane należy do rzędu *Vaccinio-Piceetalia*. Świerk, jak również jodła rozwijają się tutaj bardzo dobrze. Nasuwa się przypuszczenie, że jest to naturalny typ lasu jodłowo-świerkowego.

30 drzew modrzewia wybrałem w Dolinie Białego w oddziale 6 „Spadowiec" (zdjęcie wykonano 21.VIII.1953, 10 × 10 m).

Wzniesienie n. p. m. 1250 m, ekspozycja „E", nachylenie około 30%. Zwarcie koron 0,7 , pokrycie: runa 30%, mchów 5%. Najgrubszy świerk 35 cm, najgrubszy modrzew 35 cm. Przeciętny wiek: świerk 70 lat, modrzew 70 lat. Pomieszanie: świerk 0,6, modrzew 0,4.

Gleba: gliniasta, lekko spiaszczona, należąca do gleb brunatnych górskich, średnio głęboka, sprawna, szkieletowa na dolomicie.

Skład florystyczny był następujący:

Gatunki charakterystyczne dla rzędu *Fagetalia silvaticae:*
c. *Acer pseudoplatanus* (siewki) +,r
Viola silvestris +
Paris quadrifolia +
Carex silvatica +,2
Lactuca muralis +
Sanicula europaea 1,2

Gatunki charakterystyczne dla związku *Fagion silvaticae:*
c. *Polystichum lobatum* +

Gatunki charakterystyczne dla zespołu *Fagetum carpaticum:*
c. *Dentaria glandulosa* +,r

Gatunki charakterystyczne dla rzędu *Vaccinio-Piceetalia:*
b. *Lonicera nigra* +
c. *Pirola secunda* +,2
Pirola uniflora 1,1
Polystichum lonchitis +

Gatunki charakterystyczne dla związku *Piceion excelsae:*
a. *Picea excelsa* 4,4
c. *Corallorhiza innata* +,r

Gatunki towarzyszące:
a. *Larix europea* 1,1
c. *Oxalis acetosella* 3,3
Pirola rotundifolia +
Sweertia alpestris 1,1
Gentiana asclepiadea +,2
Fragaria vesca +,2
Hieracium cfr. murorum +
Hypericum quadrangulum +
Soldanella montana +,2
Ranunculus acer +
Senecio nemoralis 1,1
Prenanthes purpurea +
Calamagrostis arundinacea +,2
Clematis alpina +,2
Astrantia maior +,2
Sorbus aucuparia +
Primula elatior +
Carex digitata +,2
Listera ovata +
Poa nemoralis +,2
Dryopteris filix mas +
Arabis Hallerii +
Myosotis silvestris +
Asplenium viride +,2
Pimpinella saxifraga +
Campanulla Kladniana +
d. *Ctenidium molluscum* +,2
Tortella tortuosa +,2

Mamy tutaj zbiorowisko roślinne należące do rzędu *Fagetalia silvaticae;* siedlisko to jest częściowo zniekształcone przez świerk.

Przy wyborze drzew przeznaczonych do badań przyrostowych kierowałem się przede wszystkim tym, ażeby to były drzewa górujące, tj. drzewa biologicznie najsilniejsze, które już od wczesnej młodości wybiły

się ponad sąsiednie (Krzysik 1928) i dlatego wszelkiego rodzaju przerzedzenia nie miały praktycznie wpływu na ich przyrost. Kryteriami w tym względzie były: górująca ponad sąsiednimi drzewami dobrze rozwinięta korona oraz największa grubość pierśnicy. Następnie chodziło o to, ażeby drzewa wybrane pochodziły przynajmniej z podobnego, jeśli nie z jednakowego siedliska. Dlatego też wybierałem do badań okazy rosnące blisko siebie, rozmieszczone na powierzchni około półtora hektara. Poza tym były wykonane badania glebowe, które stwierdziły, że w stosunkach glebowych, w ramach poszczególnych grup drzew, nie było istotnych różnic.

Przeciętny wiek, wysokość oraz grubość pierśnicy badanych drzew podaje niżej zamieszczone zestawienie:

Gatunek	Ilość sztuk	Przeciętny wiek drzew lat:	Drzewa były badane w okresie od ... do ... roku życia	Grubość pierśnicy cm:	Wysokość drzew m:	Ekspozycja
modrzew	30	70	40—70	22—37	—	eksp. „E" „Spadowiec"
jodła	30	65	35—65	19—33	14—22	„ „N" „Gronik"
świerk	30	63	33—63	20—30	—	„ „ „
jodła	30	80	50—80	28—50	—	„ „S" „Gubałówka"
świerk	30	90	60—90	35—47	—	„ „ „

3. MATERIAŁ PRZYROSTOWY

Materiał do badań przyrostu wysokości i grubości z jodeł rosnących na zboczu o północnej ekspozycji, został uzyskany z drzew ściętych. Przyrost bieżący wysokości pomierzyłem na drzewach leżących, zaś przyrost grubości na krążkach wyciętych na wysokości 1,3 m. Materiał przyrostowy dotyczący jodeł z południowej wystawy, świerka ze zbocza północnego i południowego, oraz modrzewia ze wschodniej ekspozycji, został pobrany przy pomocy świdra przyrostowego Presslera. Wyżej wymieniony materiał przyrostowy opracowałem znanymi metodami dendrometrycznymi (Gieruszyński 1949).

Brałem oczywiście pod uwagę możliwość popełnienia błędów z powodu występowania podwójnych słojów w ciągu jednego roku, częściowego lub całkowitego zanikania słojów w dolnych częściach pnia drzew itp. (Flury 1924, Büsgen 1927, Trendelenburg 1939, Weck 1948, Gieruszyński 1949).

Celem poglądowego przedstawienia zmienności nieokresowej przyrostu tak wysokości jak i grubości, dla wszystkich badanych drzew, wykreśliłem krzywe przyrostowe osobno dla poszczególnych gatunków, oraz dla obu ekspozycji.

Analizując wyżej wymienione krzywe stwierdziłem, że ich przebieg w ramach poszczególnych grup jest bardzo do siebie zbliżony, że wykazują one wspólny rytm z małymi stosunkowo odchyleniami (największe odchylenie u świerków z ekspozycji północnej).

Fakt ten upoważnił do obliczenia średnich wartości dla każdej grupy drzew oraz do przyjęcia założenia, że na ich podstawie wykreślone krzywe średnich przyrostów, przedstawiają przeciętny obraz zmienności przyrostu wszystkich drzew danej grupy.

Podkreślić należy, że w 30 krzywych przyrostu wysokości wspólna tendencja w ich przebiegu zaznacza się nieco słabiej aniżeli w krzywych przyrostu grubości. Jest to zupełnie zrozumiałe, jeśli wziąć pod uwagę warunki w jakich rozwija się stożek wzrostu. Wierzchołek pędu głównego, wznoszący się najwyżej, jest najbardziej narażony na niekorzystne wpływy czynników zewnętrznych, w każdym razie znacznie bardziej aniżeli pień drzewa, w którym odbywa się przyrost grubości. Pień ten z reguły jest chroniony przez okap koron, dzięki któremu skrajne wychylenia temperatury są znacznie złagodzone. Stożek wzrostu jest narażony nie tylko na ujemny wpływ niskich temperatur ale i na uszkodzenia mechaniczne: np. przez ptaki, które siadając na wierzchołku często go łamią itp.

Krzywe przyrostu u modrzewia mają natomiast zupełnie odmienną formę, są bardziej wyrównane i wykazują raczej charakter wahań okresowych.

Podkreślić jeszcze należy różnice w przebiegu krzywych przyrostowych u świerków z obu ekspozycji. Przebieg ich u świerka z Gronika jest względem siebie mniej zgodny, aniżeli u świerka z Gubałówki. Należy to tłumaczyć u pierwszego nieodpowiednim siedliskiem, na którym wyrosły drzewa.

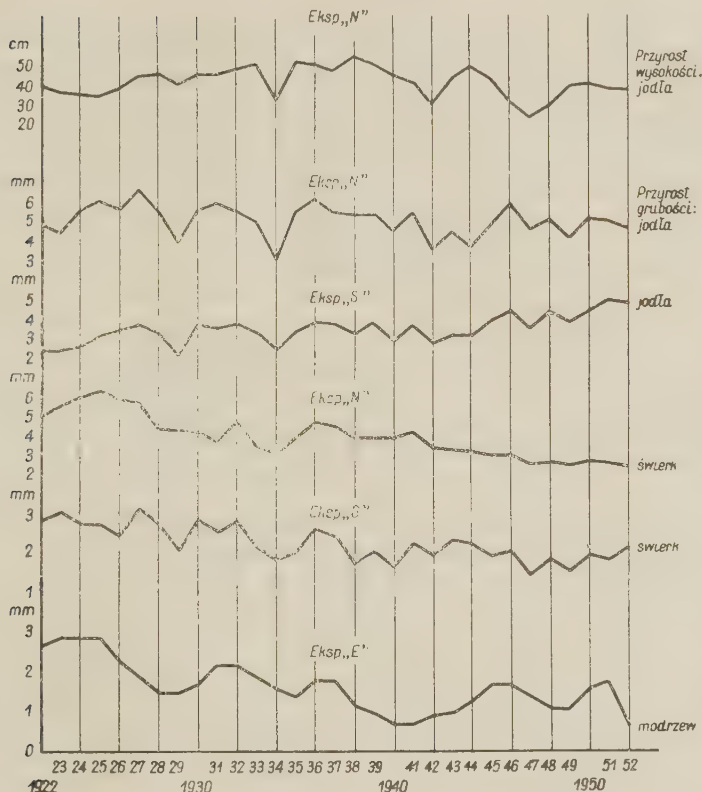
Ryc. 1 przedstawia krzywe średnich przyrostów dla każdej grupy drzew.

Wspólny rytm tych krzywych zaznacza się najwyraźniej u jodeł z północnego i południowego oraz świerka z południowego stoku. Świerk z północnej ekspozycji, jakkolwiek również wyraźnie dołącza się do rytmu jodeł, to jednak w mniejszym stopniu aniżeli ten sam gatunek z „Gubałówki".

Krzywa średniego przyrostu wysokości jodły w ogólniejszych zarysach zgadza się również z wymienionymi wyżej krzywymi przyrostu grubości, szczególnie w latach: 1929, 1934, 1942, 1947, 1950.

Natomiast krzywa średnich przyrostów grubości modrzewia ma raczej charakter wahań okresowych. W najogólniejszych jednak zarysach zgadza się z tendencją innych krzywych, tylko nieco mniej wyraźnie.

Ów wspólny rytm, jaki najzupełniej wyraźnie zaznacza się u wszystkich krzywych przyrostowych, świadczy o tym, że drzewa reagowały



Ryc. 1. Krzywe średnich przyrostów badanych gatunków drzew.
Curves of mean growth of examined species of trees.

w bardzo zbliżony sposób na działanie tego samego czynnika zewnętrznego, którym mógł być przede wszystkim czynnik klimatyczny.

Gleba, wywierając również niewątpliwy wpływ na przyrost drzew, działała tu raczej jako transmisja oddziaływań klimatycznych, które w dużej mierze przyczyniają się do zmian zachodzących w podłożu. Oddziaływanie jednak tą okrężną drogą musi trwać dłużej, stąd ujawnienie się w przyroście drzew wpływów klimatycznych poprzez glebę następuje nieraz dopiero w następnym roku, a nawet i później, i działać może przez dłuższy okres czasu (W i e d e m a n n 1924).

4. MATERIAŁ KLIMATOLOGICZNY

Jedyną stacją meteorologiczną w Tatrach, mającą stosunkowo długi ciąg obserwacji meteorologicznych, jest stacja meteorologiczna I rzędu w Zakopanem. Dysponuje ona okresem mało przerywanych obserwacji od roku 1922 po dzień dzisiejszy. Obserwacje z poprzednich lat są bardzo

zdekompletowane i nie nadają się do użytku. Badania niniejsze mogły być wykonane w okresie od roku 1922 do 1952, tj. w ciągu 31 lat. Do mojej dyspozycji były dane dotyczące: temperatury średniej dobowej, średniej maksymalnej, średniej minimalnej, opadu i wilgotności względnej. Wyniki obserwacji dotyczące usłonecznienia zawierają liczne luki i dlatego nie mogły być użyte. Położenie stacji meteorologicznej w Zakopanem jest korzystne względem miejsc wzrostu badanych drzew, gdyż odległość tych miejsc od stacji nie przekracza nigdzie 3 km.

5. METODA BADAŃ

Zagadnienie ujęcia kompleksowego wpływu czynników zewnętrznych na życie roślin, po dzień dzisiejszy nie jest rozwiązane. Trudności metodyczne, jakie się nasuwają, są niełatwe do pokonania. Każdy bowiem czynnik działający w tym kompleksie posiada zmieniające się natężenie, poza tym czynniki te oddziaływując na siebie, mogą neutralizować lub wzmacniać swój wpływ, mogą się wzajemnie zastępować, a więc i wpływ dominujący danego elementu meteorologicznego uwidoczni się w przyroście raz silniej, drugi raz słabiej lub wcale. Według Waltera (1924, cyt. za Rubnerem 1934) znaczenie danego czynnika wzrasta w miarę jego oddalenia od optimum. Próby rachunkowego ujęcia wpływu kompleksowego czynników zewnętrznych za pomocą współczynników nie dały rozwiązującego wyniku (Dengler 1944); nic dziwnego, gdyż ujmują zagadnienie zbyt szablonowo.

Sytuacja upraszcza się nieco w skrajnych warunkach siedliskowych. Tak jest niewątpliwie w górach, gdzie czynnik termiczny jest przeważnie w minimum, woda natomiast w nadmiarze, z wyjątkiem miejsc stromych, o płytkiej glebie i o bardzo szybkim wskutek tego spływie (Ermich 1953). Stąd też można już z góry przyjąć założenie, że w górach wpływ temperatury powinien być dominujący.

W rezultacie nie pozostaje nic innego, jak analizować oddzielnie oddziaływanie każdego elementu meteorologicznego na przyrost. Tak też postąpiłem w niniejszych badaniach.

W pracy tej wyszedłem z założenia, że najbardziej widoczne działanie elementów klimatycznych zachodzi w ciągu okresu wegetacyjnego, względnie w okresie najintensywniejszego przyrostu, taki wniosek bowiem wysnułem z moich poprzednich badań nad dębem i sosną (Ermich 1953).

Okres wegetacyjny, oraz okres najintensywniejszego wzrostu, wypadają odmiennie dla różnych gatunków, jak również odmiennie dla przyrostu wysokości i grubości.

U jodły, podobnie jak i u świerka, przyrost wysokości przypada na czerwiec. Okres ten jest krótki, ale za to wzrost odbywa się szybko, jednym skokiem („schubweise" Büsgen 1927).

Przyrost grubości u jodły i świerka według Hartiga jak i Gäumanna (Trendelenburg 1939) rozpoczyna się około połowy maja, zaś w gęstym zwarciu z końcem maja lub początkiem czerwca. Potwierdza to Topçuoglu (1940), który 11 czerwca stwierdził dopiero dwa szeregi nowych cewek drewna wczesnego (w zwarciu), u świerków rosnących na otwartej przestrzeni pierwszy szereg komórek zauważył 26 maja. W komórkach miazgi ścianki radialne stają się cieńsze znacznie wcześniej. Przyrost wypada mniej więcej z rozwojem pączków, lub zaraz potem. Tworzenie drewna późnego według Gäumanna zaczyna się około połowy czerwca, według Topçuoglu pod koniec czerwca, wg Wielera (Büsgen 1927) w drugiej połowie czerwca. Przyrost grubości kończy się na ogół z początkiem września, może jednak trwać do końca tego miesiąca, ale już bardzo powoli. Do początku września zostaje wytworzonych około 99% drewna (Trendelenburg 1939).

Z powyższych danych można wnosić, że okres najintensywniejszego przyrostu grubości wypada na czerwiec, względnie czerwiec-lipiec.

Przyrost grubości u modrzewia rozpoczyna się już w połowie kwietnia. Jeszcze przed pękaniem pączków tworzą się cewki o dużym świetle do przeprowadzania wody, co jest bardzo korzystne dla powstawania szpilek. Okres najintensywniejszego przyrostu wypada na maj, a częściowo także na czerwiec. Do końca czerwca powstaje 50% całego pierścienia rocznego (Trendelenburg 1939). Topçuoglu (1940) podaje, że w drugiej połowie maja przyrost trwa w całej pełni, drewno późne zaczyna się tworzyć przed połową lipca. Koniec właściwego przyrostu grubości następuje około połowy września. Maj więc przede wszystkim, częściowo może i czerwiec, byłby miesiącem najintensywniejszego przyrostu grubości.

Dane dotyczące przyrostu wysokości, jak i grubości pochodzą z obserwacji wykonanych w Europie środkowej, mają więc i dla naszych warunków pewne znaczenie.

Kierując się wyżej przytoczonymi wskazaniami, porównywałem krzywe średnich przyrostów poszczególnych gatunków drzew, z różnych ekspozycji, z krzywymi temperatury średniej dobowej, średniej minimalnej i średniej maksymalnej oraz sumy opadów i wilgotności względnej różnych okresów w ciągu roku. Na tej podstawie eliminowałem od dalszych badań te krzywe elementów meteorologicznych, które wykazywały mniej aniżeli połowę, tj. 15 odcinków zgodnych co do tendencji kierunkowej (badania w ciągu 31 lat a więc 30 odcinków). Tak musiałem postąpić dlatego, że ilość wykresów elementów meteorologicznych była bardzo duża. Dla elementów klimatycznych i okresów odpowiadających pozostałym wykresom, obliczałem współczynniki korelacji, chcąc statystycznie określić stopień zależności między przyrostem a wahaniami klimatycznymi. Do

obliczenia tych współczynników użyłem stosowanych powszechnie metod (Moszczeński 1924, Szymkiewicz 1948).

Opracowanie statystyczne wykazało wpływ tych elementów meteorologicznych, które w zespołowym działaniu, mimo wzajemnej współzależności, górują nad innymi,a przez to wywierają dominujący i widoczny wpływ na przyrost drzew.

Na temat statystycznego opracowania wyników moich badań pragnę wypowiedzieć następujące uwagi:

Zwyczajny współczynnik korelacji, obliczony na podstawie bezwzględnych wartości tak przyrostów, jak i danego elementu meteorologicznego. nie wyjaśnia właściwego stopnia korelacji, gdyż podaje wartości niewspółmiernie małe w stosunku do istotnego stanu rzeczy. Współczynnik korelacji cząstkowej obliczony na podstawie zależności trzech elementów: przyrostu, temperatury powietrza i opadu, daje wartości nieco lepsze, ale nie wystarczające dla charakterystyki zależności.

Np. korelacja między temperaturą średnią minimalną okresu czerwiec-lipiec a przyrostem grubości świerka z południowej ekspozycji, w ciągu 30 lat, obliczona na podstawie wartości bezwzględnych, które zawarte są w podanych szeregach statystycznych (tabela 1), okazała się zerową, współczynnik korelacji wynosi bowiem 0,072. Tymczasem z porównania obu szeregów statystycznych wynika, że w miarę podwyższania się względnie opadania temperatury, wznoszą się lub opadają wartości przyrostu — natomiast stopień wznoszenia się względnie opadania obu szeregów jest wysoce nierównomierny, stąd korelacja zerowa.

Lepiej natomiast charakteryzuje zależność współczynnik korelacji obliczony na podstawie różnic między wartościami roku następnego a poprzedniego (tabela 6), w ten sposób bowiem czas zostaje w pewnym stopniu uwzględniony. W powyższym przykładzie tak obliczony współczynnik korelacji wynosi 0,5; jest to więc zależność wyraźna.

To drugie ujęcie uważam w tym przypadku za bardziej słuszne, gdyż chodzi właśnie o wykazanie związku między wahaniami z roku na rok obu elementów korelacji. Jest to ujęcie bardziej dynamiczne w porównaniu z poprzednim.

6. UWAGI OGÓLNE DOTYCZĄCE WYNIKÓW BADAŃ

Na wstępie podkreślić należy, że w badaniach niniejszych nie należy spodziewać się wysokiego stopnia zależności, wyrażonego dużymi wartościami współczynników korelacji. Tak jest dlatego, że czynniki zewnętrzne działają w sposób kompleksowy i że ten wpływ jest bardzo skomplikowany, jak to już poprzednio wspominałem. Dlatego też obraz zależności przyrostu drzew od elementów meteorologicznych jest zawsze mniej lub więcej zniekształcony.

Do najważniejszych czynników, które mogą w dużym stopniu zaciemnić obraz badanej zależności, zaliczyć należy:

1. Gospodarkę ludzką w lesie: człowiek stosując zabiegi hodowlane (czyszczenia, trzebieże, prześwietlenia) może zwiększyć przyrost drzew. Dlatego też do badań wybierałem drzewa górujące, które już od pierwszej młodości wybiły się ponad otaczające; na takie drzewa przerwanie zwarcia wpływa w znacznie mniejszym stopniu (Krzysik 1925). Dotyczy to przede wszystkim przyrostu grubości, gdyż na przyrost wysokości trzebieże nie mają praktycznie wpływu (Vanselow 1941).

2. Szkodliwe owady i grzyby pasożytnicze, które mogą obniżać przyrost wbrew korzystnym dla rozwoju warunkom klimatycznym. Stwierdzić, w których latach nastąpiła silna gradacja szkodników, jest niemożliwe, z braku szczegółowych statystyk. Badane zaś gatunki drzew mają wiele wrogów spośród świata owadów i grzybów.

3. Lata nasienne, w których drzewa zużywają wiele substancji na wyprodukowanie nasion. Lata te wpływają ujemnie na szerokość słojów rocznych. Istnieją sprzeczne nieraz poglądy na tę sprawę: Hustich (1948) stwierdził, że obniżenie przyrostu następuje jeden rok wcześniej przed rokiem nasiennym; Towstoles (1938 wg Husticha), Nördlinger (wg Büsgena 1927) są zdania, że zmniejszenie przyrostu przypada na rok nasienny. Poza tym zupełny brak danych statystycznych uniemożliwia branie tego czynnika pod uwagę. Istnieją zresztą z reguły grupy drzew, które owocują poza głównymi latami nasiennymi.

Pragnę również podkreślić duże znaczenie stosunków mikroklimatycznych wnętrza zwartego drzewostanu, które mogą w dużym stopniu zaciemnić obraz zależności przyrostu od czynników klimatycznych. W niniejszych badaniach, przy dużym zwarciu drzewostanów, zaciemnienie takie niewątpliwie istniało.

Nie można również pominąć takiego czynnika, jak wewnętrzne właściwości każdego drzewa z osobna (Morozow 1953), które mogą w odmienny sposób wpływać na kształtowanie się zależności przyrostu od warunków zewnętrznych i działać w sposób podobny jak wyżej.

Jeżeli mimo to, nawet w nieco mniej widocznej formie, przejawi się wpływ czynników klimatycznych, to świadczy to o przemożnym ich oddziaływaniu na życie roślin w przyrodzie.

Jak już poprzednio zaznaczyłem, zależność między przyrostem drzew a elementami meteorologicznymi scharakteryzowałem za pomocą współczynników korelacji. Przyjmuje się powszechnie, że współzależność między dwoma zmiennymi jest wyraźna jeżeli $r > 0,5$, średnia jeżeli $0,5 > r > 0,3$, niewyraźna jeżeli $r < 0,3$ (Moszczeński 1924).

Ważną jest wartość średniego błędu, jaka przy każdym współczynniku korelacji została podana, decyduje ona bowiem o tym, czy dany stopień zależności rozwiązuje zagadnienie na szerszą skalę, tak, że można wyniki przenieść na całą populację, czy też nie. Jeżeli wartość współczynnika korelacji przekracza co najmniej trzykrotnie wartość średniego błędu, to można przyjąć, że zależność tak wyrażona dotyczy całej populacji; w wypadku przeciwnym odnosi się ona wyłącznie do drzew badanych.

Podkreślić jeszcze należy, że wszystkie szeregi statystyczne podane w tabelach 2—7, nie zawierają wartości bezwzględnych przyrostu oraz elementów meteorologicznych, lecz różnice pomiędzy wartościami roku następnego i poprzedniego. W tabelach tych podane są również odnośne współczynniki korelacji.

7. WYNIKI BADAŃ

Przyrost wysokości — jodła stok „N" (Gronik)

Jak wynika z tabeli 2, zależność między przyrostem wysokości a odnośnymi elementami meteorologicznymi wyrażona jest małymi wartościami współczynników korelacji, jest więc niewyraźna. Niemniej można wysnuć wniosek, że na przyrost wysokości wpływały stosunki termiczne miesięcy poprzedniego roku (sierpień, sierpień-wrzesień), w ciągu których roślina gromadzi materiały zapasowe, a które w następnym roku posłużą jej do budowy nowych tkanek. Niniejsze, słabo współczynnikiem korelacji podkreślone wyniki zgodne są z badaniami Burgera (1926). Charakterystyczne jest, że w mojej poprzedniej pracy (Ermich 1953) wyniki badań, dotyczące tego samego tematu u sosny, wskazywały na to, że niniejszy stan rzeczy nie dotyczy *Pinus sivestris* i, że jeśli chodzi o sosnę, to na przyrost wysokości miała wpływ pogoda roku bieżącego. Wskazywałem wówczas na to, że sosna, posiadając stare szpilki, może rozpocząć przyrost z asymilatów roku bieżącego, podczas gdy drzewa o liściach opadających na zimę, muszą korzystać z substancji zapasowych, nagromadzonych w jesieni roku ubiegłego. Dlaczego istnieje taka różnica między obydwoma gatunkami szpilkowymi i co jest jej przyczyną, nie potrafię wyjaśnić.

Przyrost grubości — jodła stok „N" (Gronik)

Z tabeli 3 wynika, że przyrost grubości zależny jest najbardziej od temperatury średniej minimalnej czerwca ($r = 0{,}5 \pm 0{,}14$), słabiej zaś w ciągu okresu czerwiec-lipiec ($r = 0{,}44 \pm 0{,}16$).

Trudny jednak do wyjaśnienia jest fakt, że w obu wypadkach mamy do czynienia z opóźnioną o jeden rok reakcją przyrostu.

Z tabeli 3 wynika dalej, że na przyrost grubości u badanych drzew wpływa również temperatura średnia minimalna okresu styczeń—luty (r = 0,44 ± 0,15). Niskie temperatury powietrza panujące w tym czasie mogą wpływać szkodliwie na miazgę, a przez to zmniejszyć przyrost.

Na jodłach stoku północnego nie zaznaczył się w żaden sposób wpływ opadu i wilgotności powietrza, wyrażonej wilgotnością względną. Z opisu zbiorowiska leśnego wiadomo, że drzewostan, w którym badane drzewa wyrosły, był dobrze zwarty, a warstwa koron w znacznym stopniu izolowała wnętrze lasu od wpływów zewnętrznych. W lesie takim istnieje duża zawartość pary wodnej w powietrzu. Poza tym na stoku północnym temperatura powietrza jest niższa (S c h u b e r t 1928 wg R u b n e r a 1934), stąd też wilgotność powietrza zbliżona jest bardziej do punktu nasycenia niż na stoku południowym. Wynika z tego, że jest ona w nadmiarze, dlatego wpływ jej, jako też opadu, na przyrost jest mało widoczny.

Jodła stok „S" (Gubałówka)

Tabela 4 podaje odpowiednie szeregi statystyczne oraz współczynniki korelacji.

Na pierwszy plan wysuwa się korelacja dotycząca temperatury średniej minimalnej miesięcy styczeń—luty (r = 0,65 ± 0,11) z tym, że reakcja przyrostu nastąpiła w roku bieżącym, w drugim rzędzie tej samej temperatury okresu czerwiec—lipiec (r = 0,6 ± 0,13) i miesiąca czerwca (r = 0,46 ± 0,15). W obu tych przypadkach reakcja nastąpiła o 1 rok później. Zaznaczyła się również zależność od wilgotności względnej okresu lipiec—sierpień (r = 0,46 ± 0,15) i tu reakcja była opóźniona o jeden rok.

Na stoku południowym, silniej usłonecznionym, a więc i suchszym, wilgotność była bardziej oddalona od optimum, stąd też jej wpływ był bardziej widoczny.

Świerk stok „N" (Gronik)

Jak wynika z tabeli 5, zależność przyrostu od elementów meteorologicznych jest na ogół niewyraźna i odbiega zasadniczo od stanu rzeczy dotyczącego innych grup drzew i innych ekspozycji. Najwyższą wartość uzyskał współczynnik korelacji (ujemny) dotyczący sumy opadów rocznych (r = — 0,32 ± 0,17). Można to uzasadnić dużą ilością opadów w górach, których nadmiar może być niekorzystny, tym bardziej, że obniżają one również temperaturę powietrza (B u r g e r 1926), a to wpływa negatywnie na procesy przyrostowe u drzew.

Bardzo niewyraźny charakter zależności przyrostu od wahań elementów meteorologicznych jest niewątpliwie następstwem faktu, że świerki z północnej ekspozycji wyrosły na niewłaściwym siedlisku, o czym będzie mowa jeszcze w dalszej części niniejszej pracy.

Tabela 1

Świerk, ekspozycja „S" — szeregi statystyczne (wartości bezwzględne)
Common Spruce exp. „S" — statistic ranks (absolute values)

△ x	8,2	6,4	8,3	7,4	8,6	8,5	7,5	7,8	7,7	8,4	8,2	7,3	8,4	8,5	9,0	8,5	8,9	8,7
y	3,12	2,81	2,85	2,46	3,18	2,76	2,10	2,87	2,61	2,90	2,23	1,78	2,09	2,66	2,53	1,80	2,09	1,74

ciąg dalszy

△ x	8,5	7,6	7,8	7,4	8,3	9,2	—	9,2	7,1	7,3	8,0	8,0
△ y	2,27	2,03	2,36	2,27	1,97	2,12	1,48	1,93	1,59	1,99	1,88	2,22

△ x = temp. śr. minim. VI—VII, (minim. mean. temp. VI—VII)
y = przyrost grubości (diameter growth)

Tabela 2

Jodła, ekspozycja „N" — szeregi statystyczne (różnice między wartościami roku bieżącego i następnego)
Silver Fir. exp. „N" — statistic ranks (differences between values of the current and the next year)

x1	— 0.5	0.1	+ 1,6	— 1,8	+ 2,7	— 0.9	+ 1,0	— 2,0	0,2	+ 1,9	1,7	+ 1,0	— 0,5	1,4	+ 1,5	+ 0,8	— 0,3
x2	— 0.5	+ 1,1	+ 1,5	1,9	+ 1,9	— 1,3	+ 2,1	— 2.0	— 0,1	+ 1,3	1,0	+ 0.8	— 0.7	— 0,9	+ 2,6	1.1	0,0
x3	— 4.0	+ 7,6	1,3	— 3,0	+ 0,9	7,5	+ 6,2	+ 0,4	— 2,8	+ 2.0	+ 1,0	1,9	+ 4,3	— 4,0	+ 1,1	+ 4,4	11,5
y	0,01	— 0,01	+ 0,04	+ 0,06	+ 0,01	— 0,05	+ 0,05	0,00	+ 0,02	+ 0,03	— 0,19	+ 0,21	— 0,02	— 0,03	+ 0,07	0,04	— 0,05

Tabela 2 (c. d.)

														r
ciąg dalszy	△ x1	— 2,9	+ 1,6	+ 1,1	+ 2,1	— 0,8	— 1,2	+ 1,3	— 2,2	+ 1,1	— 1,2	+ 1,2	+ 1,3	0,25 ± 0,17
	△ x2	— 2,3	+ 1,1	+ 0,4	+ 1,3	— 0,1	— 0,7	+ 0,8	— 1,3	— 0,1	— 0,6	+ 0,4	+ 1,2	0,30 ± 0,16
	△ x3	+ 6,2	— 5,6	+ 6,8	+ 0,4	— 1,5	+ 0,3	— 4,6	+ 7,1	— 0,3	— 2,2	+ 4,4	— 2,5	0,21 ± 0,17
	△ y	— 0,05	— 0,11	+ 0,13	+ 0,07	— 0,06	— 0,12	— 0,08	+ 0,06	+ 0,10	+ 0,01	— 0,02	— 0,01	—

△ x1 — temp. śr. dob. VIII (daily mean temp. VIII)
△ x2 — temp. śr. min. VIII (minim. mean temp. VIII)
△ x3 — temp. śr. min. I—II (minim. mean temp. I—II)
△ y — przyrost wysokości (height growth)
r — współczynnik korelacji (correlation factor)

Tabela 3

Jodła ekspozycja „N" — szeregi statystyczne (różnice między wartościami roku bieżącego i następnego)
Silver Fir. exp. „N" — statistic ranks (differences between values of the current and the next year)

△ x1	— 2,9	+ 3,3	— 2,2	+ 2,1	— 0,8	— 1,5	+ 0,7	+ 0,5	+ 1,1	— 1,9	— 0,8	+ 1,8	+ 1,3	— 1,5
△ x2	— 1,8	+ 1,9	— 0,9	+ 1,2	— 0,1	— 1,0	+ 0,3	— 0,1	+ 0,7	— 0,2	— 0,9	+ 1,1	+ 0,1	+ 0,5
△ x3	— 4,0	+ 7,6	— 1,3	— 3,0	+ 0,9	— 7,5	+ 6,2	+ 0,4	— 2,8	+ 2,0	+ 1,0	— 1,9	+ 4,3	— 4,0
△ y	+ 1,09	+ 0,55	— 0,47	+ 0,99	— 1,05	— 1,62	+ 1,60	+ 0,45	— 0,48	— 0,46	— 1,86	+ 2,30	+ 0,70	— 0,75

																	r
ciąg dalszy	△ x1	+ 1,1	+ 0,6	— 0,6	— 0,4	— 1,0	+ 0,6	— 0,5	+ 0,8	+ 0,8	—	—	— 1,2	— 1,1	+ 0,9	+ 0,5	0,50 ± 0,14
	△ x2	— 0,5	+ 0,4	— 0,2	— 0,4	— 0,7	+ 0,2	— 0,4	+ 0,9	+ 0,9	—	—	— 2,1	+ 0,2	+ 0,7	0,0	0,44 ± 0,16
	△ x3	+ 1,1	+ 4,4	— 11,5	+ 6,2	— 5,6	+ 6,8	+ 0,4	— 1,5	+ 0,3	— 4,6	+ 7,1	0,3	— 2,2	+ 4,4	— 2,5	0,44 ± 0,15
	△ y	— 0,06	— 0,04	— 0,89	+ 1,04	— 1,89	+ 0,85	— 0,78	+ 1,07	+ 1,17	— 1,35	+ 0,53	— 0,98	+ 1,01	— 0,05	— 0,44	—

△ x1 = temp. śr. minim. VI (minim. mean temp. VI)
△ x2 = temp. śr. minim. VI—VII (minim. mean temp. VI VII)
△ x3 = temp. śr. minim. I—II (minim. mean temp. I—II)
△ y = przyrost grubości (diameter growth)
r = współczynnik korelacji (correlation factor)

Tabela 4

Jodła, ekspozycja „S“ — szeregi statystyczne (różnice między wartościami roku bieżącego i następnego)
Silver Fir exp. „S“ — statistic ranks (differences between values of the current and the next year)

△ x 1	— 4,0	+ 7,6	— 1,3	— 3,0	+ 0,9	— 7,5	+ 6,2	+ 0,4	— 2,8	+ 2,0	+ 1,0	— 1,9	+ 4,3	— 4,0	+ 1,1	+ 4,4
△ x 2	— 1,8	+ 1,9	— 0,9	+ 1,2	— 0,1	— 1,0	+ 0,3	— 0,1	+ 0,7	— 0,2	— 0,9	+ 1,1	+ 0,1	+ 0,5	— 0,5	+ 0,4
△ x 3	— 2,9	+ 3,3	— 2,2	+ 2,1	— 0,8	— 1,5	+ 0,7	+ 0,5	+ 1,1	— 1,9	— 0,8	+ 1,8	+ 1,3	— 1,5	+ 1,1	+ 0,6
△ x 4	— 2	+ 4	0	+ 2	— 6	— 4	+ 10	— 7	+ 5	+ 2	— 1	+ 2	— 3	+ 2	0	+ 1
△ y	+ 0,2	+ 0,5	+ 0,3	+ 0,3	— 0,4	— 1,2	+ 1,5	— 0,1	+ 0,2	— 0,4	— 0,9	+ 0,9	+ 0,5	— 0,1	— 0,5	+ 0,6

ciąg dalszy

														r
△ x 1	— 11,5	+ 6,2	— 5,6	+ 6,8	+ 0,4	— 1,5	+ 0,3	— 4,6	+ 7,1	— 0,3	— 2,2	+ 4,4	— 2,5	0,65 ± 0,11
△ x 2	— 0,2	— 0,4	— 0,7	+ 0,2	— 0,4	+ 0,9	+ 0,9	—	—	— 2,1	+ 0,2	+ 0,7	0,0	0,60 ± 0,13
△ x 3	— 0,6	— 0,4	— 1,0	+ 0,6	— 0,5	+ 0,8	+ 0,8	—	—	— 1,2	— 1,1	+ 0,9	+ 0,5	0,46 ± 0,15
△ x 4	— 3	+ 2	0	— 6	— 4	+ 10	— 4	—	—	— 1	+ 5	— 2	+ 2	0,46 ± 0,15
△ y	— 0,9	+ 0,7	— 0,9	+ 0,4	0,0	+ 0,7	+ 0,6	— 0,9	+ 0,8	— 0,5	+ 0,5	+ 0,6	— 0,1	—

△ x 1 = temp. śr. minim. I—II (minim. mean temp. I—II).
△ x 2 = temp. śr. minim. VI—VII (minim. mean temp. VI—VII)
△ x 3 = temp. śr. minim. VI (minim. mean temp. VI)
△ x 4 = wilgot. wzgl. VII—VIII (relat. humid. VII—VIII).
△ y = przyrost grubości (diameter growth)
r = współczynnik korelacji (correlation factor)

Tabela 5

Świerk, ekspozycja „N“ — szeregi statystyczne (różnice między wartościami roku bieżącego i następnego)
Common Spruce exp. „N“ — statistic ranks (differences between values of the current and the next year)

△ x 1	— 0,8	+ 0,5	+ 0,4	+ 0,3	+ 0,6	— 0,5	— 0,2	— 0,6	+ 0,3	+ 1,5	— 1,0	+ 0,3	— 1,0	+ 2,5	— 2,1	+ 0,2	+ 0,2
△ x 2	—	+ 17	+ 65	+ 228	— 224	— 196	+ 91	+ 41	+ 203	— 422	+ 377	+ 239	493	+ 245	— 77	+ 319	— 218
△ y	+ 0,58	+ 0,41	+ 0,26	— 0,36	— 0,22	— 1,26	— 0,16	— 0,02	— 0,51	+ 0,97	— 1,22	— 0,39	+ 0,76	+ 0,86	— 0,27	— 0,60	+ 0,06

ciąg dalszy

														r
△ x 1	— 0,4	— 0,4	— 0,2	— 0,2	+ 0,9	+ 1,0	—	—	— 3,1	+ 1,5	+ 0,5	— 0,6	— 0,8	0,24 ± 0,17
△ x 2	— 116	+ 83	— 396	+ 225	+ 211	+ 75	—	—	+ 184	+ 124	— 378	+ 15	+ 284	—0,32 ± 0,17
△ y	0,00	+ 0,27	— 0,75	— 0,18	— 0,09	— 0,16	— 0,03	— 0,37	— 0,05	— 0,10	+ 0,24	— 0,12	— 0,21	—

△ x 1 = temp. śr. minim. VII (minim. mean temp. VII)
△ x 2 = opad, suma I—XII (sum precipitation I—XII)
△ y = przyrost grubości (diameter growth)
r = współczynnik korelacji (correlation factor)

Tabela 6

Świerk, ekspozycja „S“ — szeregi statystyczne (różnice między wartościami roku bieżącego i następnego)
Common Spruce exp. „S“ — statistic ranks (differences between values of the current and the next year)

△ x 1	— 1,8	+ 1,9	— 0,9	+ 1,2	— 0,1	— 1,0	+ 0,3	— 0,1	+ 0,7	— 0,2	— 0,9	+ 1,1	+ 0,1	+ 0,5	— 0,5	+ 0,4	— 0,2
△ x 2	— 4,0	+ 7,6	— 1,3	— 3,0	+ 0,9	— 7,5	+ 6,2	+ 0,4	— 2,8	+ 2,0	+ 1,0	— 1,9	+ 4,3	— 4,0	+ 1,1	+ 4,4	— 11,5
△ x 3	— 6	+ 4	— 4	+ 2	— 6	+ 6	+ 4	— 2	+ 3	— 4	+ 1	+ 4	— 4	+ 2	+ 2	0	— 2
△ y	— 0,31	+ 0,04	— 0,39	+ 0,72	— 0,42	— 0,66	+ 0,77	— 0,26	+ 0,29	— 0,67	— 0,45	+ 0,31	+ 0,57	— 0,13	— 0,73	+ 0,29	— 0,35

T a b e l a 6 (c. d.)

ciąg dalszy														r
△ x 1	— 0,4	— 0,7	+ 0,2	— 0,4	+ 0,9	+ 0,9	—	—	— 2,1	+ 0,2	+ 0,7	0,0		0,50 ± 0,14
△ x 2	+ 6,2	— 5,6	+ 6,8	+ 0,4	— 1,5	+ 0,3	— 4,6	+ 7,1	— 0,3	— 2,2	+ 4,4	— 2,5		0,42 ± 0,15
△ x 3	— 4	+ 2	— 4	— 2	+ 5	— 5	— 4	+ 8	— 3	+ 5	— 1	+ 3		0,30 ± 0,17
△ y	+ 0,53	— 0,24	+ 0,33	— 0,09	— 0,30	+ 0,15	— 0,64	+ 0,45	— 0,34	+ 0,40	— 0,11	+ 0,34		—

△ x 1 = temp. śr. minim. VI—VII (minim. mean temp. VI—VII)
△ x 2 = temp. śr. minim. I—II (minim. mean temp. I—II)
△ x 3 = wilgot. wzgl. VIII—IX (relat. humid. VIII—IX)
△ y = przyrost grubości (diameter growth)
r = współczynnik korelacji (correlation factor)

T a b e l a 7

Modrzew, ekspozycja „E" — szeregi statystyczne (różnice między wartościami roku bieżącego i następnego)
Common Larch exp. „E" — statistic ranks (differences between values of the current and the next year)

△ x 1	+ 2,7	+ 0,5	— 0,7	— 2,0	— 1,0	— 1,2	+ 3,9	— 1,6	+ 3,6	— 1,8	— 3,2	+ 3,2	— 3,0	+ 3,2	+ 1,2
△ x 2	—	+ 1,6	— 2,1	— 0,6	+ 1,9	— 2,2	+ 2,0	+ 0,7	+ 1,7	— 2,5	— 2,4	+ 3,4	— 0,3	— 0,2	+ 2,5
△ y	+ 0,27	0,05	+ 0,03	— 0,58	— 0,45	— 0,40	— 0,03	+ 0,22	+ 0,48	0,00	— 0,24	0,33	0,16	+ 0,39	— 0,07

ciąg dalszy																r
△ x 1	— 4,0	+ 0,7	0,9	— 1,0	+ 2,5	— 2,1	+ 0,6	+ 2,8	+ 1,2	— 1,2	0,7	+ 0,7	+ 0,6	— 2,3	1,7	0,52 ± 0,13
△ x 2	2,4	0,3	— 1,5	0,5	+ 1,6	— 2,3	+ 1,1	+ 2,2	— 1,5	+ 2,4	— 1,9	— 0,6	+ 2,8	— 2,2	— 1,4	0,33 ± 0,17
△ y	— 0,54	— 0,19	— 0,34	— 0,01	+ 0,20	+ 0,09	+ 0,34	+ 0,44	— 0,05	— 0,27	— 0,35	+ 0,04	+ 0,49	+ 0,19	— 1,07	—

△ x 1 = temp. śr. dob. V (daily mean temp. V)
△ x 2 = temp. śr. maksym. V—VI (maxim. mean temp. V—VI)
△ y = przyrost grubości (diameter growth)
r = współczynnik korelacji (correlation factor)

Świerk stok „S“ (Gubałówka)

Z wartości współczynników korelacji podanych w tabeli 6 (wraz z odnośnymi szeregami statystycznymi) wynika, że korelacja dotyczy tych samych elementów meteorologicznych co u jodły z Gubałówki, z tą różnicą, że jest ona mniej wyraźna, szczególnie zaś dotyczy to zależności przyrostu od wilgotności względnej (r = 0,30 ± 0,17). Niemniej podkreślić należy, że oba gatunki ze stoku południowego wykazują zależność od wilgotności powietrza, podczas gdy u tych samych z ekspozycji północnej tego rodzaju korelacja nie zarysowuje się wcale. Tak jest najprawdopodobniej dlatego, że stok południowy jest z reguły mniej wilgotny od północnego, skutkiem czego stosunki wilgotnościowe są tam bardziej oddalone od optimum, przez co zwiększa się ich wpływ na przyrost.

Modrzew stok „E“ (Spadowiec)

Przyrost grubości u modrzewia wykazuje wyraźną zależność od temperatury średniej dobowej maja [(r = 0,52 ± 0,13) tabela 7]. Maj jest miesiącem najintensywniejszego przyrostu grubości u modrzewia. Rzecz jasna, że temperatura powietrza, wpływając korzystnie na produkcję substancji organicznej, oraz na inne ważne procesy życiowe (silniejsza transpiracja, intensywniejszy dopływ soli mineralnych itd.), oddziaływa również korzystnie na przyrost.

8. PORÓWNAWCZA ANALIZA WYNIKÓW BADAŃ

Porównując wyniki badań u jodeł i świerków z północnej i południowej ekspozycji, z wyjątkiem świerków ze stoku półn., wyrosłych na niewłaściwym siedlisku, zauważyć się daje zależność przyrostu grubości od tych samych elementów meteorologicznych, tego samego okresu (tabela 8). U wszystkich wymienionych trzech grup drzew zaznacza się wpływ temperatury średniej minimalnej najzimniejszych miesięcy roku, tj. stycznia i lutego. Współczynnik korelacji jest najwyższy dla jodeł z „Gubałówki“, nieco mniejszy dla jodeł z „Gronika“; u świerka z północnej ekspozycji nie dało się zauważyć tej zależności. Podkreślić należy, że świerk jest znacznie bardziej odporny od jodły, jeśli chodzi o działanie niskich temperatur. Poza tym drzewa wyrosłe na stoku południowym są bardziej wrażliwe na niskie temperatury, aniżeli ze stoku północnego.

Pewne wątpliwości budzi natomiast, wyraźna zresztą, zależność przyrostu grubości jodły z „Gronika“, oraz jodły i świerka z „Gubałówki“, od temperatury średniej minimalnej czerwca względnie czerwca—lipca. Jest to okres najintensywniejszego przyrostu tych drzew. Trudny natomiast do wyjaśnienia jest fakt, że przyrost drzew reagował dopiero w następ-

T a b e l a 8

Elementy meteorologiczne wpływające w odpowiednich okresach roku na przyrost drzew oraz odnośne współczynniki korelacji („r"). Meteorological elements influencing on tree growth and corresponding correlations factors "r"

Lp.		Reakcja przyrostu Growth reaction	„r"
	Przyrost wysokości (height—growth)		
	Jodła (Silver Fir) —eksp. „N"		
1	temp. śr. dob. VIII (daily mean temp.)	1 r. później (1 year after)	0,25 ± 0,17
2	temp. śr. minim. VIII (minim. mean temp.)	1 r. „ „ „	0,30 ± 0,16
3	„ „ „ I—II „ „ „	rok bieżący (current year)	0,21 ± 0,17
	Przyrost grubości (diameter — growth)		
	Jodła (Silver Fir)—eksp. „N"		
4	temp. śr. minim. VI (minim. mean temp.	1 r. później (1 year after)	0.50 ± 0,14
5	„ „ „ VI—VII „ „ „	1 r. „ „ „	0,44 ± 0,15
6	„ „ „ I—II „ „ „	rok bieżący (current year)	0,44 ± 0,15
	Jodła (Silver Fir) — eksp. „S"		
7	temp. śr. minim. VI (minim. mean temp.)	1 r. później (1 year after)	0,46 ± 0,15
8	„ „ „ VI—VII „ „ „	1 r. „ „ „	0,60 ± 0,13
9	„ „ „ I—II „ „ „	rok bieżący (current year)	0,65 ± 0,11
10	wilgot. wzgłęd. VII—VIII (relative humid.)	1 r. później (1 year after)	0.46 ± 0,15
	Świerk (Common Spruce)—eksp. „N"		
11	temp. śr. minim. VII (minim. mean temp.)	rok bieżący (current year)	0,24 ± 0,17
12	opad—suma I—XII (sum-precipitation)	„ „ „ „	-0,32 ± 0,17
	Świerk (Common Spruce)—eksp. „S"		
13	temp. śr. min. VI—VII (min. mean temp.)	1 r. później (1 year after)	0,50 ± 0,14
14	„ „ „ I—II „ „ „	rok bieżący (current year)	0,42 ± 0,15
15	wilgot. względnaVIII—IX relative humid.)	1 r. później (1 year after)	0.30 ± 0,17
	Modrzew (Common Larch)—eksp. „E"		
16	temp. śr. dob.V (daily mean temp.)	rok bieżący (current year)	0,52 ± 0,13
17	„ śr. maks. V—VI (maxim. mean temp.)	„ „ „ „	0,33 ± 0,17

nym roku. Gdyby powyższa zależność dotyczyła tylko jednej grupy drzew, można by przypuszczać, że ma się tu do czynienia z przypadkiem; ponieważ dotyczy to trzech grup drzew, możliwość przypadku nie może wchodzić w rachubę. Charakterystyczne jest, że wyniki poprzednich moich badań przyrostowych nad sosną (E r m i c h 1953) i nad świerkiem w Tatrach (E r m i c h 1953) nie potwierdzają tego rodzaju zależności. Tam bowiem zaznaczył się wpływ elementów klimatycznych w roku bieżącym, co jest biologicznie uzasadnione.

Trudno jest wyjaśnić powyższą zależność. Być może, że chodzi tu o następstwa wpływu temperatury na procesy życiowe w związku z zakładaniem pączków u drzew. Jak wiadomo w pączkach tych mieści się

pęd przyszłego roku z liśćmi i nowymi pączkami (S o k o ł o w s k i 1927). Jak wiadomo również, w rozwijających się pączkach, w młodych pędach i liściach, które z nich powstają, zostają wytworzone substancje wzrostowe (Z i m m e r m a n n 1937, S ö d i n g 1937, M ü n c h 1938), biorące czynny udział w przyroście grubości drzew. Te sprawy nie są jeszcze należycie wyjaśnione.

Podkreślić jeszcze należy, że na jodły z północnej ekspozycji najintensywniejsze oddziaływanie temperatury wypadało w czerwcu, słabiej w okresie czerwiec—lipiec, natomiast u jodły i świerka z ekspozycji południowej — w pierwszym rzędzie w miesiącach czerwiec—lepiec.

U jodeł z ,,Gronika" wilgotność powietrza nie odgrywała widocznej roli, natomiast u jodeł i świerków (słabiej) z wystawy południowej wpływ jej zaznacza się dość wyraźnie.

Z przytoczonych wyżej faktów zdaje się wynikać, że obok różnic rodzajowych, a niekiedy i ponad nimi, ekspozycja i zwarcie odgrywają rolę dominującą.

Modrzew ma inną biologię aniżeli jodła i świerk, dlatego sprawa zależności przyrostu grubości od wahań klimatycznych jest odmienna, niemniej najzupełniej wyraźna i biologicznie uzasadniona. Mimo to krzywa średnich przyrostów u modrzewia, w najogólniejszych zarysach wykazuje podobną tendencję, jak u jodły i świerka (ryc. 1).

Pragnę jeszcze podkreślić znaczną zgodność w przebiegu krzywej przyrostu wysokości u jodły z krzywymi przyrostu grubości jodły i świerka z obu ekspozycji. Wszystkie większe wychylenia w kierunku minimów zaznaczają się u wszystkich krzywych w tych samych latach, a to: 1929, 1934, 1942, 1947. Z powyższego wynika, że u wymienionych wyżej gatunków istnieje łączność między przyrostem wysokości i grubości.

Związek powyższy zdają się tłumaczyć substancje wzrostowe. Można to ująć w sposób następujący (Z i m m e r m a n n 1937, S ö d i n g 1937, M ü n c h 1938, M a k s i m o w 1950):

Rozwijające się na wiosnę pączki wytwarzają duże ilości substancji wzrostowych, które przepływają przez miazgę w kierunku korzeni i wpływają na podział komórek kambium (Z i m m e r m a n n 1937), względnie gdzie pobudzają niżej położone części miazgi do wytwarzania własnych auksyn (S ö d i n g 1937), dzięki którym rozpoczyna się przyrost grubości i powstaje drewno wczesne, o komórkach cienkościennych. Po wykształceniu liści zmniejsza się wydatnie ilość hormonów i miazga przechodzi do tworzenia drewna późnego o grubościennych cewkach.

Według M a k s i m o w a (1950) substancje wzrostowe powstają w liściach, nie są jednak czynne, uaktywniają się dopiero po przejściu przez wierzchołek łodygi, po czym spływają ku dołowi w kierunku korzeni, powodując przyrost grubości.

Jak widać z powyższego, wytworzone, względnie uaktywnione w wierzchołku wzrostu substancje, będące bodźcem dla przyrostu wysokości, pobudzają również miazgę do wytwarzania przyrostu grubości. Stąd prawdopodobnie owa zgodność w przebiegu krzywej przyrostu wysokości jodły i grubości jodły i świerka.

Przy analizowaniu wykresów przedstawiających wahania przyrostowe drzew należących do różnych grup, wyrosłych w różnych warunkach siedliskowych, daje się zauważyć u nich różny stopień zgodności w przebiegu krzywych przyrostowych. Dotyczy to najbardziej jodły i świerka z ekspozycji północnej i południowej. Oba miejsca, skąd pobrano materiał do badań, położone są w dolnym reglu, w ramach którego optymalne warunki siedliskowe znajdują przede wszystkim jodła i buk. Według panujących poglądów, świerk naturalny występuje tutaj tylko w przymieszce, nie tworząc większych skupisk, które jeśli są, pochodzą ze sztucznego odnowienia.

Z mojej analizy przyrostowej wynika, że stopień zgodności w przebiegu krzywych przyrostowych drzew należących do danej grupy jest wyższy u osobników rosnących w warunkach bardziej zbliżonych do optymalnych — im więcej zaś stosunki siedliskowe oddalają się od optymalnych, stopień zgodności się zmniejsza.

Jeśli chodzi o jodłę, to ta w obu miejscach występowania znajduje odpowiednie warunki rozwoju, toteż jej krzywe przyrostowe wykazują dużą zgodność. Inaczej jest ze świerkami. Gatunek ten na ekspozycji północnej był wprowadzony sztucznie na niewłaściwym siedlisku, jak bowiem z opisu florystycznego wynika, odpowiada ono zbiorowiskom należącym do rzędu *Fagetalia silvaticae*, a może nawet zespołowi *Fagetum carpaticum*. Świerk natomiast, rosnący na ekspozycji południowej, rozwijał się w odpowiadających mu warunkach — zbiorowisko roślinne, w którym on występował, należy do rzędu *Vaccinio-Piceetalia*. Analizując krzywe przyrostowe obu grup świerka, w drugim wypadku daje się zauważyć znaczny stopień zgodności tych krzywych, natomiast w pierwszym stopień ten jest wyraźnie mniejszy.

Ten stan rzeczy potwierdzają również inne moje badania przyrostowe np. nad świerkiem z Zabierzowa koło Krakowa. Otóż gatunek ten został tam wprowadzony sztucznie, na nieodpowiedniej glebie, bo na lessach. W wieku od 40 do 50 roku życia jego wierzchołek usycha, tworzy się korona zaokrąglona, drzewa przeważnie chorują. W przebiegu krzywych przyrostu grubości zarysowują się znaczne niezgodności. Krzywe zaś przyrostu wysokości wykazują kompletną rozbieżność, tak że materiał ten nie nadawał się w ogóle do moich badań.

Wydaje mi się, że wyżej przytoczone fakty mogłyby stanowić podstawę dla wysnucia wniosków natury ogólniejszej. Sądzę, że można sprawę

postawić następująco: u drzew żyjących w korzystnych warunkach, na właściwym siedlisku, przebieg krzywych przyrostowych wykazuje większą równobieżność, aniżeli u drzew ze stanowisk nieodpowiednich. Zaś stopień zgodności zależy najprawdopodobniej od tego, czy warunki, w jakich żyją badane drzewa, są mniej czy bardziej oddalone od optymalnych.

Trzeba również podkreślić, że obraz zależności wahań przyrostowych od klimatycznych jest znacznie wyraźniejszy u drzew wyrosłych na właściwych siedliskach, niż u drzew ze stanowisk mniej odpowiednich, przyjmując założenie, że panuje podobne zwarcie.

Jest to na razie tylko hipoteza, którą należałoby oprzeć o szerszy materiał dowodowy. Niemniej wiele przemawia za tym, że jest słuszna.

Spróbuję uzasadnić tę hipotezę z punktu widzenia przyrodniczego.

Szerokość słojów rocznych czy też długość rocznych przyrostów wysokości, a więc przebieg wahań przyrostowych z roku na rok, jest wynikiem kompleksowego oddziaływania wahań klimatycznych, które górują niewątpliwie nad innymi wpływami.

Drzewa wyrosłe na dobrym i odpowiadającym ich wymaganiom ekologicznym siedlisku są z natury rzeczy zdrowe, silne biologicznie i odporne na działanie niekorzystnych czynników zewnętrznych, przede wszystkim biotycznych. Wiadomo jest, że takie drzewa nie są atakowane przez szkodniki świata owadziego, czy roślinnego, względnie w bardzo małym stopniu. Proces przyrostu u takich drzew nie bywa na ogół zakłócany, a ich krzywe przyrostowe są zazwyczaj równobieżne, ulegają bowiem tylko jednym wpływom zewnętrznym, tj. klimatycznym, które działają mniej więcej w jednakowym natężeniu na poszczególne drzewa.

Inaczej przedstawia się rzecz u drzew wyrosłych na niewłaściwym siedlisku. Takie drzewa rozwijają się znacznie gorzej, są słabe, mało odporne na działanie owadów, grzybów itp. Działanie tych szkodników jest oczywiście nierównomierne w czasie i w odniesieniu do pojedynczych drzew. Nie wszystkie drzewa i w niejednakowym stopniu są atakowane, stąd też przebieg wahań krzywych przyrostowych u pojedynczych okazów jest znacznie mniej równomierny. Nic dziwnego, że w takich warunkach charakter wahań przyrostowych, odpowiadający wahaniom klimatycznym, będzie zniekształcony, a co za tym idzie, obraz zależności przyrostu od wahań klimatycznych będzie mniej wyraźny.

Wynikającą z powyższego zależność stopnia zgodności wahań krzywych przyrostowych drzew od jakości siedliska, można również wyrazić nieco inaczej, mianowicie: tam gdzie drzewa w wahaniach przyrostowych z roku na rok wykazują wspólny rytm, stosunki siedliskowe są dla nich odpowiednie, na stanowiskach zaś, na których drzewa nie wykazują zgodności w przebiegu krzywych przyrostowych, warunki siedliskowe tym drzewom nie odpowiadają.

Powyższe założenie mogłoby mieć znaczenie praktyczne. Można by mianowicie w ten sposób stwierdzić, czy dany drzewostan rośnie w odpowiednich warunkach siedliskowych, czy też nie. Oczywiście, że taką ocenę można również dokonać na podstawie obserwacji wyglądu drzew; wyrobione jednak w ten sposób zdanie nie zawsze będzie słuszne. Zdarza się, że np. świerki wyrosłe na niewłaściwym siedlisku rozwijają się na pozór doskonale, dają piękne, gonne, dobrze oczyszczone i wysokie strzały, bardzo duży przyrost roczny. U takich drzew, zdawałoby się okazów zdrowia, po ścięciu okazuje się, że nieraz kilkumetrowy odziomek jest zmurszały. Poza tym wartość techniczna surowca takich drzew jest znacznie gorsza, drewno miękkie itd. Tak więc ocena wartości drzew, dokonana na podstawie wyglądu zewnętrznego, może dać zupełnie fałszywe wyniki. Wydaje mi się, że metoda przyrostowa byłaby tu bardziej wskazana.

STRESZCZENIE WYNIKÓW

Wykonane zostały badania nad przyrostem jodły, świerka i modrzewia w Tatrach, w zależności od temperatury powietrza, opadów i wilgotności powietrza za okres 31 lat; brano pod uwagę wpływ ekspozycji północnej i południowej.

1. Krzywe przyrostu grubości u świerków i jodeł na obu ekspozycjach wykazały wyraźnie zygzakowaty charakter, podczas gdy u krzywych przyrostu grubości modrzewia zaznaczyła się forma bardziej wyrównana, o przebiegu falistym.

2. U krzywych przyrostu grubości świerka i jodły z obu ekspozycji, jako też u krzywej przyrostu wysokości u jodły z wystawy północnej, zaznaczył się wspólny rytm, co świadczy o przyczynowym związku między przyrostem wysokości a przyrostem grubości. Krzywa przyrostu grubości u modrzewia wykazała zgodność z wymienionymi krzywymi, ale tylko w najogólniejszych zarysach.

3. Przyrost wysokości u badanych jodeł wykazał niewyraźną zależność od temperatury średniej minimalnej sierpnia roku ubiegłego.

4. Przyrost grubości u jodeł zarówno z północnej jak i z południowej ekspozycji zależy od temperatury średniej minimalnej oddziaływającej w okresie najintensywniejszego przyrostu tj. w czerwcu względnie w czerwcu—lipcu, z tym, że reakcja przyrostu zaznacza się dopiero w następnym roku. To samo dotyczy świerka z południowej ekspozycji, przy czym zależność jest wyraźna. Poza tym dała się zauważyć zależność przyrostu grubości wymienionych drzew od temperatury średniej minimalnej miesięcy styczeń—luty. U jodeł z „Gubałówki“ zależność ta jest wyraźna, u pozostałych średnia.

5. U jodeł rosnących w ekspozycji południowej dał się zauważyć wpływ wilgotności powietrza miesięcy lipiec—sierpień, u świerka z tej samej wystawy okresu sierpień—wrzesień, przy czym obraz zależności u tego ostatniego był mniej wyraźny. U obu wyżej wymienionych rodzajów wpływ opadów nie zaznaczył się wcale.

6. Przyrost grubości u świerków z eskpozycji północnej nie wykazał tych zależności. Zaznaczyła się tam natomiast korelacja mniej wyraźna z sumą opadów rocznych; zależność ta jest ujemna.

7. U modrzewia zaznacza się wyraźna zależność między przyrostem grubości a temperaturą średnią dobową maja, względnie maja—czerwca (znacznie słabiej).

8. Wpływ ekspozycji uwidocznił się w tym sensie, że u obu gatunków, wyrosłych na stoku południowym, zaznaczyło się oddziaływanie wilgotności powietrza; na stoku zaś północnym, takiego wpływu nie można było stwierdzić. Nie udało się zauważyć wpływu ekspozycji na przebieg wahań przyrostowych u drzew ze zbocza północnego i południowego, które wykazały rytm bardzo zbliżony do siebie. Natomiast obraz zależności wahań przyrostowych od meteorologicznych jest wyraźniejszy na stoku południowym niż północnym.

9. Stopień zwarcia ma niewątpliwy wpływ na obraz zależności przyrostu grubości drzew od czynników meteorologicznych; im silniejsze zwarcie — obraz zależności jest mniej wyraźny, im luźniejsze —tym bardziej widoczny. Zależy to mianowicie od łatwiejszego lub trudniejszego przedostawania się wpływów makroklimatycznych do wnętrza lasu.

10. Jakość siedliska ma wpływ tak na rytm wahań przyrostu grubości u drzew na danym siedlisku, jak i na obraz zależności ich przyrostu od wahań klimatycznych. Im warunki siedliskowe są bardziej zbliżone do optymalnych, rytm wahań przyrostowych jest bardziej jednolity, zaś obraz zależności jest wyraźniejszy. W niekorzystnych warunkach siedliskowych jest odwrotnie.

Hipoteza ta mogłaby dać podstawę do opracowania metody ułatwiającej stwierdzenie, czy dany drzewostan rośnie na właściwym siedlisku.

Autor wyraża na tym miejscu podziękowanie p. prof. dr Fierichowi, kierownikowi Katedry Statystyki W.S.E. w Krakowie, za cenne uwagi dotyczące metody statystycznego opracowania niniejszej pracy — oraz p. mgr inż. Myczkowskiemu za wydatną pomoc przy wykonywaniu opisu florystycznego badanych drzewostanów.

Instytut Botaniczny U. J.
Kraków

(Wpłynęło 10.X.1954 r.)

SUMMARY

Investigations have been done of diameter growth of fir, spruce and larch in Tatra mountains in dependence on temperature, air moisture and precipitations; the influence of north and south expositions has been also investigated.

Diameter growth of examineted firs in north and south expositions and of spruces from south exposition depends on mean minimum temperature of June or the period June—July and can be observed only in the following year.

The dependence of the above mentioned trees from average minimum temperature of the period January—February has also been observed; diameter increment in the current year is noted.

In larch a very distinct dependence of diameter growth from daily mean temperature of May in the same year has been observed.

Leaf canopy undoubtedly has influence on the dependence of diameter growth from meteorologic elements; the stronger is the canopy the less evident is the dependence picture.

The nearer to optimum are habitat conditions, diameter curves are more corresponding and the dependence picture is clearer. In unsuitable habitat conditions it is on the contrary.

LITERATURA

Burger H., 1926, Untersuchung über das Höhenwachstum verschiedener Holzarten. „Mitteil. d. Schweiz. Zentralanst. f. d. forstl. Versuchswesen".

Büsgen M., 1927, Bau u. Leben unserer Waldbäume. Jena.

Dengler A., 1944, Waldbau auf ökologischer Grundlage. Berlin.

Doroganiewska E. A., 1953, K woprosu o summach temperatur. „Botan. Żurnał".

Ermich K., 1953, Wpływ czynników klimatycznych na przyrost dębu szypułkowego i sosny zwyczajnej. Prace Rolniczo-Leśne P.A.U. Kraków.

Ermich K. i Mergentaler J., 1953, Zależność przyrostu drzew od klimatu solarnego. „Rocznik Dendrologiczny", vol. IX.

De Geer E. H., 1936, Jahresringe u. Jahrestemperatur. Geograf. Annaler.

Gieruszyński T., 1949, Dendrometria. Warszawa.

Hustich I., 1948, The Scoth Pine in Northernmost Finland and its Dependence on the Climate in the Last Decades „Acta Botanica Fennica".

Jacquiot Cl., 1950, Contribution a l'étude des facteurs déterminant le cycle d'activité du cambium chez quelques arbres forestiers. „Revue Forestière Française".

Krzysik Fr., 1928, Stosunki przyrostu w poszczególnych klasach Krafta w drzewostanie jodłowym. „Kosmos".

Kudriawcew K. A., 1949, Wlijanije koliczestwa wypadajuszczich osadkow na rost sosniakow w marijskoj ASSR, „Lesnoje Choziajstwo".

Maksimow M., 1950, Fizjologia roślin. Warszawa.

Morozow G. F., 1953, Nauka o lesie. Warszawa.

Moszczeński S., 1924, Metody statystyczne w zastosowaniu do organizacji gospodarstw rolnych, ogrodniczych i leśnych. Warszawa.

Münch E., 1938, Untersuchung über die Harmonie der Baumgestalt. „Jahrb. f. wiss. Bot.".

Primault B., 1953, Quelques considérations sur les conditions météorologiques et l'accroissement forestier. „Schweiz. Ztschr. f. Forstwesen".

Rubner K., 1934, Die pflanzengeographisch-ökologischen Grundlagen des Waldbaus. Neudamm.

Rübel E. 1930, Die Pflanzengesellschaften der Erde. Zürich.

Söding H., 1937, Wuchsstoff u. Kambiumtätigkeit der Bäume. „Jahrb. f. wiss. Bot.

Szymkiewicz D., 1948, Zadania i metody statystyki. Warszawa.

Topçuoglu A., 1940, Die Verteilung des Zuwachses auf die Schaftlänge der Bäume, „Tharandt. Forstl. Jahrbuch.".

Trendelenburg R., 1939, Das Holz als Rohstoff. München—Berlin.

Vanselow K., 1941, Einführung in die forstliche Zuwachs- u. Ertragskunde. Frankfurt.

Weck, 1948, Die forstliche Zuwachs- und Ertragskunde. Berlin.

Wiedemann E., 1924, Fichtenwachstum und Humuszustand. „Ztschr. f. Forst — u. Jagdwesen".

Wysockij K. K., 1949, Prirost driewiesiny w zasuchu 1938—39 w zapowiednich lesach samarskoj łuki. „Lesnoje Choziajstwo".

Zimmermann W. A., 1936/37, Untersuchung über die räumliche u. zeitliche Verteilung des Wuchsstoffes bei Bäumen. „Ztschr. f. Botanik".

ACTA SOCIETATIS
BOTANICORUM POLONIAE
Vol. XXIV — Nr 2
1955

Dalsze badania cytologiczne nad gatunkami rodzaju *Cardamine* L.

Further cytological studies in Cardamine L.

E. BANACH-POGAN

Na podstawie dotychczasowych badań cytologicznych nad gatunkami rodzaju *Cardamine* ustalona została przez szereg autorów podstawowa dla tego rodzaju liczba chromosomów x = 8. Z badań tych wynika również, iż w odniesieniu do wewnątrzgatunkowego zróżnicowania kariologicznego można rozdzielić gatunki rodzaju *Cardamine* na dwie grupy. Pierwszą z nich stanowią gatunki, z których każdy posiada tylko jedną, charakterystyczną dla danego gatunku liczbę chromosomów. Spośród gatunków występujących na terenie Polski, a już badanych poprzednio kariologicznie z innych krajów, do grupy pierwszej należą diploidalne gatunki (2n = 16) *C. trifolia* L., *C. impatiens* L., *C. hirsuta* L., *C. amara* L. (Manton 1932), *C. parviflora* L. (Smith 1938), oraz jeden tylko tetraploidalny gatunek (2n = 32) *C. flexuosa* With. (Manton 1932). Pewne zastrzeżenia odnośnie umieszczenia *C. hirsuta* w pierwszej grupie gatunków mogłyby budzić wyniki badań Mattick (in litt. 1949, cyt. wg Tischlera 1950). Autorka ta znalazła typ tetraploidalny *C. hirsuta* — 2n = 32, w przeciwieństwie do diploidalnej liczby stwierdzonej poprzednio dla tego gatunku przez Manton (1932). Nie jest jednak jasnym, czy autorka uważa *C. hirsuta* i *C. flexuosa* za odrębne gatunki, czy też podobnie jak inni autorzy (Flora Polska, Kulczyński 1927) uznaje *C. flexuosa* za podgatunek gatunku *C. hirsuta*. W tym ostatnim przypadku liczba 2n = 32 mogłaby odnosić się do okazów *C. flexuosa*. Grupę drugą reprezentuje gatunek *C. pratensis L.*, w obrębie którego stwierdzono występowanie szeregu biotypów o euploidalnych i aneuploidalnych liczbach chromosomów. Już Senjaninova (cyt. wg Iljinskijego 1926) wykazała, że badane przez nią gatunki *C. pratensis* i *C. dentata* (uznawany przez niektórych badaczy za odmianę gatunku *C. pratensis*) różnią się między sobą liczbami chromosomów (*C. pratensis* — 2n = 24, *C. dentata* — 2n = 72). W latach późniejszych podana

została dla *C. pratensis* tetraploidalna liczba 2n = 32 (M a n t o n 1932), heptaploidalna 2n = 56 (H o w a r d 1948), oraz oktoploidalna 2n = 64 (M a n t o n 1932, F l o v i k 1940). Pierwszą aneuploidalną liczbę dla tego gatunku 2n = 30 podaje L a w r e n c e (1931, cyt. wg M a n t o n 1932). W obszernym materiale z południowej Szwecji, obejmującym gatunki *C. pratensis* i *C. dentata*, L ö v k v i s t (tymczasowe doniesienie 1947) stwierdził występowanie 9 typów kariologicznych o liczbach chromosomów 2n = 30, 56, 58, 60, 64, 68, 72, 76, 84. Badania przeprowadzone na materiale polskim (B a n a c h 1951) wykazały istnienie podobnego zróżnicowania w obrębie gatunku *C. pratensis* (łącznie z odmianą *C. pratensis* var. *dentata* (S c h u l t e s) N e i l r e i c h); udało mi się w nim znaleźć 11 typów kariologicznych o liczbach chromosomów 2n = 30, 32, 38, 44, 50, 58, 64, 68, 72, 76, 78.

W pracy niniejszej zestawiono wyniki badań dotyczących ustalenia somatycznej liczby chromosomów sześciu niebadanych cytologicznie w Polsce gatunków rodzaju *Cardamine*, a mianowicie: *C. trifolia* L., *C. impatiens* L., *C. hirsuta* L., *C. flexuosa* W i t h., *C. amara* L., *C. Opizii* P r e s l. Liczba chromosomów gatunku *C. Opizii* (uznawanego przez niektórych autorów za podgatunek gatunku *C. amara*) dotychczas nie była w ogóle podawana.

MATERIAŁY I METODY

Materiał do badań pochodził z 42 wyłącznie naturalnych stanowisk z obszaru Polski południowej. Somatyczne liczby chromosomów ustalano na płytkach metafazowych w stożkach wzrostu korzeni, utrwalanych utrwalaczami wodnymi N a v a s h i n a i L e w i t z k y' e g o. Skrawki o grubości 10 μ barwiono fioletem gencjanowym wg Newtona. Rysunki wykonano spod obiektywu imersyjnego Reicherta 100×, N.A-1,30 z użyciem okularu kompensacyjnego Zeissa 20× i aparatu rysunkowego Zeiss-Abbe'go. Powiększenie rysunków wynosi c. 3000×. Mikrofotografie, wykonano spod apochromatycznego obiektywu Zeissa 90×, N.A-1,30, przy użyciu okularu kompensacyjnego Zeissa 15×, kamery nasadkowej Leitza Makam i aparatu fotograficznego Praktiflex. Powiększenie mikrofotografii wynosi c. 2000×.

BADANIA WŁASNE

I. Sekcja *Coriophyllum* O. E. S c h u l z.

Cardamine trifolia L. 2n = 16

Jedyny przedstawiciel sekcji *Coriophyllum;* wg S c h u l z a (1903) stanowi on relikt trzeciorzędowy. Roślina trwała; występuje na terenie

Polski południowej: w Sudetach Wschodnich i w Zachodnich Karpatach (W. Szafer, S. Kulczyński, B. Pawłowski 1953). W obrębie tego zasięgu *C. trifolia* posiada swoje stanowiska w cienistych lasach zwłaszcza bukowych i w zagajnikach. Somatyczna liczba chromosomów tego gatunku 2n = 16 (fig. 1,7) ustalona została na materiale zebranym z 4 stanowisk w Tatrach wapiennych (tabela 1).

Tabela 1
Wykaz stanowisk *Cardamine trifolia* L.

Nr stanowiska	Stanowisko
11	Tatry — Dolina Strążyska.
63	Tatry — Dolina Białego.
66	Tatry — Hruby Regiel.
157	Zakopane — droga do Doliny Kościeliskiej.

II. Sekcja *Eucardamine* O. E. Schulz.

Cardamine impatiens L. 2n = 16

Roślina roczna. Występuje na całym obszarze Polski, przy czym w górach sięga mniej więcej po górną granicę lasu (W. Szafer, S. Kulczyński, B. Pawłowski 1953). Stanowiska *C. impatiens* rozmieszczone są w cienistych, wilgotnych partiach lasów i zagajników. Liczbę chromosomów tego gatunku 2n = 16 (fig. 2,8) ustalono na roślinach, pochodzących z siedmiu stanowisk górskich i niżowych (tabela 2).

Tabela 2
Wykaz stanowisk *Cardamine impatiens* L.

Nr stanowiska	Stanowisko
73	Czarny Las k. Jędrzejowa
76	Rytro k. Starego Sącza
107	Sokole Góry pod Częstochową
144	Maków Podhalański
160	Tatry — Dolina Kościeliska
161	Wieś Żarnówka k. Makowa Podhalańskiego
162	Pieniny. Droga z Krościenka na Trzy Korony.

Cardamine hirsuta L. 2n = 16

Roślina roczna, rzadko występująca we florze Polski. Stanowiska tego gatunku rozmieszczone są w wilgotnych zaroślach, na łąkach, nad brzegami rzek, zarówno na niżu jak i w górach (W. Szafer, S. Kulczyński, B. Pawłowski 1953).



Fig. 1—6. Somatyczne metafazy:
Somatic metaphase plates: 1. — *Cardamine trifolia* L. 2n = 16; 2. — *C. impatiens* L. — 2n = 16; 3. — *C. hirsuta* L. — 2n = 16; 4. — *C. flexuosa*. With — 2n = 32; 5. — *C. amara* L. — 2n = 16; 6. — *C. Opizii* Presl. — 2n = 16 (c. 3000 ×).

Somatyczną liczbę chromosomów tego gatunku 2n = 16 (fig. 3,9) ustalono na okazach rosnących na żwirowatych brzegach dopływu rzeki Skawy w Makowie Podhalańskim, oraz w nadbrzeżnych zaroślach olszynowych.

Cardamine flexuosa With. 2n = 32

Gatunek występujący w okazach rocznych (W. Szafer, S. Kulczyński, B. Pawłowski 1924, 1953), opisywany również jako zwykle dwuletni, albo wieloletni (Flora Polska S. Kulczyński

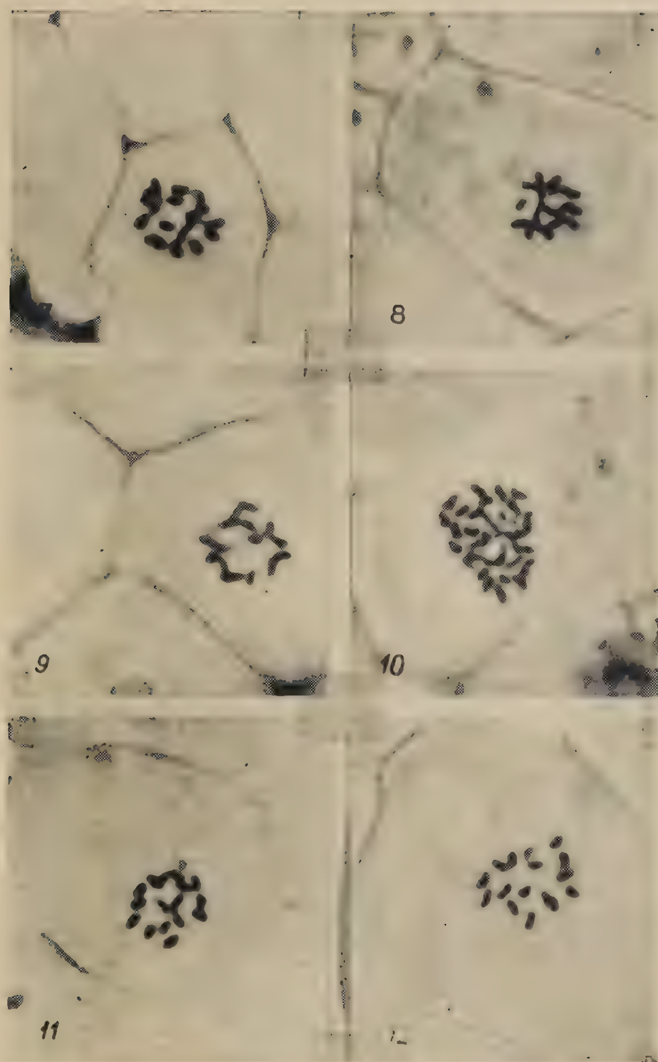


Fig. 7—12. Mikrofotografie somatycznych metafaz (tych samych, co Fig. 1—6):

Microphotos of somatic metaphase plates (The same as Figs. 1—6); 7. — *Cardamine trifolia* L. 2n = 16; 8. *C. impatiens* L. — 2n = 16; 9. — *C. hirsuta* L. — 2n = 16; 10. — *C. flexuosa* W i t h. 2n = 32; 11. — *C. amara* L. 2n = 16; 12. — *C. Opizii* P r e s l. 2n = 16 (c. 2000 ×).

1927). W materiale zbieranym do badań kariologicznych z terenu Tatr znajdowano jesienią pierwszoroczne okazy, występujące w stadium całkowicie wykształconych rozet liściowych; znaleziono również w okolicy Makowa Podhalańskiego okazy wykształcające poziomo płożące się kłącza; okazy takie opisywane były przez Hegiego jako wieloletnie.

C. flexuosa występuje na całym obszarze Polski (W. Szafer, S. Kulczyński, B. Pawłowski 1953), przy czym w górach dochodzi do górnej granicy lasu. Powyżej tej granicy znajdowana była w zespole kosodrzewiny w Tatrach wapiennych (Bacug, k. Małego Giewontu 1490 m n.p.m., Bobrowiec 1660 m n.p.m., Gładkie Upłaziańskie do 1660 m n.p.m., poniżej Rzędów 1660 m n.p.m. — Pawłowski 1925). *C. flexuosa* występuje najczęściej w cienistych, wilgotnych lasach liściastych i w zagajnikach. Somatyczną liczbę chromosomów *C. flexuosa* 2n = 32 (fig. 4,10) ustalono na materiale pochodzącym z 8 stanowisk (tabela 3).

Tabela 3

Wykaz stanowisk *Cardamine flexuosa* With.

Nr stanowiska	Stanowisko
51	Maków Podhalański; wilgotne zarośla olszynowe nad dopływem rzeki Skawy w drodze do wsi Żarnówki.
78	Maków Podhalański, Kamienna Góra.
80	Babia Góra, Droga z Zawoi na Babią Górę przez Czatożę.
89	Tatry — Dolina Białego.
95a, b	Maków Podhalański; zarośla w drodze na Kamienną Górę (2 różne stanowiska).
101	Tatry — Jaszczurówka.
156	Tatry — Łysanki.

Gatunki *C. flexuosa* i *C. hirsuta* są ze sobą blisko spokrewnione i połączone licznymi formami przejściowymi (Hegi 1919). Odnośnie genezy tych dwóch gatunków, Hegi przypuszcza, że filogenetycznie starszym byłby gatunek *C. flexuosa*. Koncepcja ta oparta jest głównie na danych dotyczących charakteru zajmowanych przez te dwa gatunki stanowisk. *C. flexuosa* występuje głównie na stanowiskach naturalnych w przeciwieństwie do *C. hirsuta*, zajmującej stanowiska o charakterze ruderalnym. Wg Hegiego *C. hirsuta* stanowiłaby formę typu stojącego w systematyce blisko *C. flexuosa*, przystosowaną do warunków ruderalnych.

Jednakże wyniki badań kariologicznych nie przemawiają na korzyść tej koncepcji; należałoby raczej przypuszczać, że właśnie tetraploidalny gatunek *C. flexuosa*, podawany przez niektórych autorów jako podgatunek *C. hirsuta* (*C. hirsuta* L. sbsp. *flexuosa* (Wirth.) Forb et Hems. —

Flora Polska S. Kulczyński 1927), jest filogenetycznie młodszy i mógł powstać przez podwojenie liczby genomów gatunku *C. hirsuta*, stanowiłby więc jego autotetraploidalną formę. Obok danych kariologicznych przemawiałaby za tym zmiana cyklu rozwoju *C. flexuosa* w porównaniu z *C. hirsuta*. *C. hirsuta* jest rośliną roczną, natomiast *C. flexuosa* rzadko występuje w okazach rocznych, częściej jako roślina dwuletnia, względnie wieloletnia. Różnice w tempie rozwoju tych dwu gatunków przejawiają się również w ich czasie zakwitania. Nie udało się wprawdzie w ciągu badań doprowadzić okazów tych dwu gatunków do zakwitania w wyrównanych warunkach doświadczalnych; niemniej za takie można by uznać z dużym przybliżeniem warunki obok siebie występujących stanowisk *C. hirsuta* i *C. flexuosa* nad dopływem rzeki Skawy w Makowie Podhalańskim. Dla porównania czasu zakwitania tych dwu gatunków wzięto pod uwagę okazy *C. hirsuta* z miejsc odsłoniętych, podobnie i okazy *C. flexuosa* z nasłonecznionych wyrębów w olszynowych zaroślach. Podczas gdy okazy *C. hirsuta* na tych stanowiskach w dniu 19.IV.1949 r. owocowały, względnie były w stadium pełnego kwitnienia, *C. flexuosa* posiadała zaledwie pączki we wczesnych stadiach rozwoju. Również długość okresu kwitnienia wykazuje różnice: u *C. flexuosa* trwa on dłużej, niż u *C. hirsuta*. Kwitnące okazy *C. flexuosa* można było obserwować na powyżej omawianym stanowisku jeszcze w maju, a nawet i w czerwcu. Obserwacje te przemawiają na korzyść poglądu, że *C. flexuosa* jest autotetraploidem. Podobne zjawiska opóźnienia rozwoju i przedłużenia okresu wegetacji form autopoliploidalnych w stosunku do ich form wyjściowych obserwowane były w szeregu gatunków roślinnych.

Navashin (1929) stwierdził, iż triploidalne formy *Crepis capillaris*, *C. tectorum* i *C. dioscoridis* zaczynały kwitnąć około miesiąca później niż ich siostrzane formy diploidalne.

Podobną zależność stwierdziła Manton (1935) wśród poliploidalnych ras *Nasturtium officinale*. Tetraploidalne formy tego gatunku zakwitają około 14 dni później niż diploidalne; pośrednie między nimi stanowisko w odniesieniu do czasu zakwitania zajmuje rasa triploidalna.

Anderson i Sax (1936) zaobserwowali, że tetraploidalne formy *Tradescantia canaliculata* i *T. occidentalis* kwitną dłużej, niż diploidalne formy tych gatunków.

Zależność między czasem zakwitania a stopniem poliploidalności dała się stwierdzić w obrębie gatunku zbiorowego *Galium palustre*, jak również u *Galium leavigatum* (Fagerlind 1938). Poliploidalne rasy gatunku *Galium palustre* zakwitają około 3 tygodni później niż diploidalne; u *Galium laevigatum* różnica w czasie zakwitania typów poliploidalnych i diploidalnych wynosi około 1 tygodnia.

Jeszcze jednym przykładem omawianej zależności są różnice w czasie zakwitania poliploidalnych ras polimorficznego gatunku *Orchis maculatus* (Hagerup 1938). Tetraploidalne odmiany *O. maculatus* var. *helodes* i *O. maculatus* var. *genuinus* zakwitały w lipcu i kwitły dłużej, niż zakwitająca w czerwcu diploidalna odmiana *O. maculatus* var. *Meyeri*.

Jakkolwiek zjawisko opóźnienia tempa rozwojowego u autopoliploidów jest dość powszechne, znane są przypadki, gdzie z autopoliploidalnością wiąże się przyspieszenie rozwoju. Przykładem może tu być między innymi gatunek *Dactylis glomerata* (Müntzing 1933, 1937). Gatunek ten uznany przez Müntzinga za autotetraploidalną formę gatunku *Dactylis Aschersoniana* zakwita wcześniej, niż jego forma wyjściowa.

Według Müntzinga (1936) z opóźnieniem tempa rozwoju autopoliploidów wiąże się zmiana ich cyklu rozwojowego. Przekonywującego dowodu na to dostarczają badania Randolpha (cyt. wg Sharpa 1934) nad *Zea Mays*. Eksperymentalnie otrzymana tetraploidalna forma tego gatunku okazała się rośliną trwałą w przeciwieństwie do diploidalnej formy rocznej.

Tendencję ku zmianie rocznego cyklu rozwojowego na cykl wieloletni stwierdziła Manton (1935) u poliploidalnych typów *Nasturtium officinale*.

Z badań Hagerupa (1932) nad *Eragrostis* wynika, że trzy blisko ze sobą spokrewnione gatunki tego rodzaju (uważane początkowo przez Hagerupa za trzy rasy *Eragrostis cambessediana* Kunth. a wyodrębnione z materiału Hagerupa jako gatunki przez Hitchcocka) mają różny cykl rozwojowy. Diploidalny gatunek *E. cambessediana* jest rośliną roczną, zaś trwałymi roślinami są zarówno gatunek tetraploidalny *E. albida*, jak i oktoploidalny gatunek *E. pallescens*.

Do bardzo interesujących wniosków, dotyczących związku pomiędzy typem poliploidalnym a jego formą życiową, dochodzi w swoich badaniach Müntzing (1936). Na podstawie porównania liczb chromosomów i cyklu rozwojowego szeregu gatunków Müntzing stwierdził, iż gatunki roczne mają na ogół niższe liczby chromosomów, wynoszące co najwyżej n = 40, w porównaniu z roślinami trwałymi, które w 70% są wyższymi poliploidami o liczbach chromosomów n = 40 — 105.

Cardamine amara L. 2n = 16

Roślina trwała; występuje na mokrych łąkach, nad strumieniami, w podmokłych partiach lasów i zarośli. Pospolita na obszarze Polski niżowej i w niższych położeniach górskich. Rzadziej znajdowana była w wyższych położeniach górskich, gdzie zastępuje ją zazwyczaj *C. Opizii*.

Materiał do badań cytologicznych zebrano z 9 stanowisk, zestawionych w tabeli 4. W materiale tym stwierdzono somatyczną liczbę chromosomów 2n = 16 (fig. 5, 11).

Tabela 4

Wykaz stanowisk *Cardamine amara* L.

Nr stanowiska	Stanowisko
6	Droga z Zakopanego do Jaszczurówki, c. 908 m n.p.m.
7	Tatry — Dolina Białego, c. 900 m n.p.m.
21	Okolica Pustyni Błędowskiej, bagniste partie lasu.
31	Maków Podhalański.
40	Mydlniki k. Krakowa
43	Tatry, wejście do Doliny Strążyskiej, c. 890 m n.p.m.
102	Tatry — Droga na Nosal, c. 1050 m n.p.m.
123	Kraków — Łagiewniki
126	Kudowa Zdrój

Cardamine Opizii Presl. 2n = 16

Roślina trwała, blisko spokrewniona z gatunkiem poprzednim i wykazująca do niego duże morfologiczne podobieństwo. Rozróżnienie tych dwu gatunków oparte jest na szczegółach dotyczących morfologii liści, kwiatostanu i łuszczyn. Gatunki te różnią się również między sobą swymi pionowymi zasięgami. *C. Opizii* występuje na terenie Polski w Sudetach, Karpatach aż po piętro alpejskie (W. Szafer, S. Kulczyński, B. Pawłowski 1953). Jak już poprzednio zostało ustalone dla terenu Tatr. do najniżej położonych stanowisk *C. Opizii* zalicza się stanowisko w Dolinie Kościeliskiej na wysokości c. 932 m n.p.m. (Kotula 1889—1890, cyt. wg Walasa 1938), oraz niżej nieco nad Czarnym Dunajcem k. Roztok c. 860 m n.p.m. (Walas 1938). Do najwyższych stanowisk *C. Opizii* należy stanowisko na zboczach Miedzianego, c. 2000 m n.p.m. (Pawłowski, Sokołowski, Wallisch 1928). *C. Opizii* rośnie w mszarnikach, nad źródliskami i brzegami potoków. Gatunek ten nie był dotychczas cytologicznie badany. Na materiale pochodzącym z 11 stanowisk w Tatrach wapiennych i granitowych, rozmieszczonych na wysokościach c. 930 m — 1800 m n.p.m., oraz z dwu stanowisk na Babiej Górze (tabela 5) ustalona została dla *C. Opizii* somatyczna liczba chromosomów 2n = 16 (fig. 6, 12). Wyjątkowo znaleziono w jednym korzeniu rośliny ze stanowiska nr 100 grupę komórek dermatogenu o liczbie chromosomów 2n = 32. Przypuszczalnie w jednej z komórek tej warstwy nastąpiło we wcześniejszych stadiach rozwoju spontaniczne podwojenie kompleksu chromosomowego, a następnie na drodze podziału tej poliploidalnej komórki mogła powstać obserwowana grupa komórek poliploidal-

nych. Roślina *C. Opizii*, w której obserwowano występowanie jąder tetraploidalnych, zebrana została w sezonie letnim 1949 r. wkrótce po opadzie śnieżnym. Domniemaną przyczyną, która w tym przypadku wywołała podwojenie liczby chromosomów, mogło być działanie niskiej temperatury. Tłumaczenie to jest tym bardziej prawdopodobne, że analogiczne zjawiska obserwowane były również przez innych pracowników Zakładu u kilku gatunków roślin, zebranych w tym samym okresie z Tatr; występowanie jąder tetraploidalnych obok diploidalnych stwierdzono u: *Gentiana Clusii* (Skalińska 1951), *Soldanella carpatica* (Satczak 1951), *Ranunculus glacialis* (Bauer 1954). Podstawą dla tego rodzaju wyjaśnienia są między innymi badania Koshuchowa (1928) nad indukowaniem somatycznych mutacji poliploidalnych działaniem niskich i wysokich temperatur.

Tabela 5

Wykaz stanowisk *Cardamine Opizii* Presl.

Nr stanowiska	Stanowisko
15	Tatry — Morskie Oko, 1395 m n.p.m.
16	Tatry — zbocza Miedzianego, c. 1500 m n.p.m.
17	Tatry — zbocza Miedzianego, c. 1600 m n.p.m.
19	Tatry — droga pod Kazalnicą ,c. 1550 m n.p.m.
82 i 84	Babia Góra — Czarna Hala, c. 1100 m n.p.m.
86	Tatry — droga z Hali Kondratowej do Kuźnic poniżej Kalatówek, c. 1150 m n.p.m.
90	Tatry — Morskie Oko, brzeg jeziora w drodze do Czarnego Stawu
96	Tatry — Dolina Kościeliska, Hala Pisana, c. 1015 m n.p.m.
97	Tatry — Dolina Kościeliska, koło Ornaku, c. 1125 m n.p.m.
98	Tatry — droga na Kościelec od Stawów Gąsienicowych, c. 1750 m n.p.m.
99	Tatry — zbocza Miedzianego, c. 1800 m n.p.m.
100	Tatry — droga z Kasprowego na Halę Gąsienicową, c. 1600 m n.p.m.

STRESZCZENIE WYNIKÓW

Praca niniejsza dała następujące wyniki badań cytologicznych nad sześciu gatunkami rodzaju *Cardamine* L. z szeregu naturalnych stanowisk w Polsce.

1. Ustalone zostały liczby chromosomów następujących gatunków:

Sekcja *Coriophyllum* O. E. Schulz: *C. trifolia* L. 2n = 16
Sekcja *Eucardamine* O. E. Schulz: *C. impatiens* L. 2n = 16
,, ,, ,, *C. hirsuta* L. 2n = 16
,, ,, ,, *C. flexuosa* With. 2n = 32
,, ,, ,, *C. amara* L. 2n = 16
,, ,, ,, *C. Opizii* Presl. 2n = 16

Liczby pierwszych pięciu gatunków są zgodne z ustalonymi już poprzednio przez Manton (1932). Liczba 2n = 16 dla *C. Opizii* jest podana po raz pierwszy.

2. W obrębie przebadanej grupy przewagę stanowią gatunki diploidalne o somatycznej liczbie chromosomów 2n = 16; jedyny tetraploidalny gatunek *C. flexuosa* (2n = 32) mógł powstać w wyniku podwojenia liczby genomów gatunku *C. hirsuta*. Przemawia za tym systematyczne pokrewieństwo tych dwu gatunków, oraz zaznaczająca się u tetraploidalnego gatunku *C. flexuosa* w porównaniu z diploidalnym gatunkiem *C. hirsuta* tendencja ku opóźnieniu rozwoju i przedłużeniu okresu wegetacji. *C. hirsuta* jest rośliną roczną, natomiast *C. flexuosa* występuje zwykle jako roślina dwuletnia, albo wieloletnia. Różnice w tempie rozwoju tych dwu gatunków przejawiają się również w ich czasie zakwitania: *C. hirsuta* zakwita wcześniej i kwitnie krócej niż *C. flexuosa*. Podobne różnice w rozwoju roślin diploidalnych i ich form poliploidalnych obserwowane były w szeregu gatunków roślinnych.

Praca wykonana została w Zakładzie Anatomii i Cytologii Roślin U. J. Kierownikowi Zakładu prof. dr M. Skalińskiej składam serdeczne podziękowanie za cenne wskazówki, oraz życzliwe uwagi krytyczne w czasie przeprowadzania badań.

Jednocześnie wyrażam wdzięczność Komitetowi Badań Fizjograficznych Polskiej Akademii Umiejętności za zasiłek na badania terenowe w latach 1949 i 1950.

Zakład Anatomii i Cytologii Roślin U. J. w Krakowie

(Wpłynęło dn. 30.X.1954 r.)

SUMMARY

In the course of the present work the following chromosome numbers of six species of *Cardamine* L. have been determined:

Section *Coriophyllum* O. E. Schulz:	*C. trifolia* L.	2n = 16
Section *Eucardamine* O. E. Schulz:	*C. impatiens* L.	2n = 16
„ „ „	*C. hirsuta* L.	2n = 16
„ „ „	*C. flexuosa* With	2n = 32
„ „ „	*C. amara* L.	2n = 16
„ „ „	*C. Opizii* Presl.	2n = 16

The plants studied originated from 42 natural habitats chiefly in southern Poland. For the first five species the results are in accordance with those previously obtained by Manton (1932). The chromosome number of *C. Opizii* is reported here for the first time. The above results show that diploid species with the somatic number 16 prevail among the

group of the species investigated; the species *C. flexuosa* (2n = 32) possibly represents an autotetraploid of *C. hirsuta*. According to the opinion of taxonomists, these two species are closely related. They differ however in respect of their life form: the diploid *C. hirsuta* is an annual species, whereas the tetraploid *C. flexuosa* manifests a distinct tendency to a slower development: it may be a biennial or a perennial. It differs also from *C. hirsuta* in its later flowering time. Similar differences in the development of diploids and their autopolyploid forms have been observed by a number of authors.

The six species investigated are cytologically uniform, thus they contrast sharply with *C. pratensis* L. which shows a high degree of cytological differentiation. In various habitats this species is represented by a series of aneuploid and euploid types with chromosome numbers ranging from 2n = 24 — 2n = 84 (Senjaninova, cited from Iljinskij 1926, Lawrence 1931, cited from Manton 1932, Manton 1935, Flovik 1940, Lövkvist 1947, Howard 1948, Banach 1951).

The author is greatly indebted to Prof. Dr. M. Skalińska Haed of the Institute of Plant Anatomy and Cytology of the Jagiellonian University, Kraków, for valuable suggestions during the course of the work.

LITERATURA

Anderson E. and Sax K., 1936, A cytological monograph of the American species of *Tradescantia*. „The Bot. Gaz.“ 97, 433—476.

Banąch E., 1951, Studies in karyological differentiation of *Cardamine pratensis* L. in connection with ecology. „Bull. de l'Acad. Pol. des Sciences et des Lettres“. Seria B. 197—211.

Bauer Z., 1954, Badania cyto-ekologiczne nad trzema gatunkami tatrzańskimi rodzaju *Ranunculus* L. „Acta Soc. Bot. Pol.“ 23, 229—242.

Fagerlind F., 1937, Embryologische, zytologische und bestäubungsexperimentelle Studien in der Familie *Rubiaceae* nebst Bemerkungen über einige Poliploiditätsprobleme. „Acta Horti Berg.“ 11, 195—470.

Flovik K., 1940, Chromosome numbers and polyploidy within the flora of Spitzbergen, „Hereditas“ 26, 430—440.

Hagerup O., 1932, Über Polyploidie in Beziehung zu Klima, Ökologie und Phylogenie. „Hereditas“ 16, 19—40.

Hagerup O., 1938, Studies on the significance of polyploidy II, *Orchis*. „Hereditas“ 24, 258—264.

Hegi G., 1919, Illustrierte Flora von Mittel-Europa. T. 4, 321—491. München J. F. Lehmanns Verlag.

Howard H. W., 1948, Chromosome number of *Cardamine pratensis*. „Nature“ 161, 277.

Iljinskij A. P., 1926, On vegetative reproduction and phylogenie of the species of *Cardamine*. „Bull. d. Jard. Bot. Princ. de l'U.R.S.S.“ 25, 363—372.

Koshuchow Z. A., 1928, Über die experimentelle Chromosomenzahlverdoppelung in den somatischen Zellen mit abnormen Temperaturen. „Angew. Bot. Zeitschr. f. Erforschung der Nutzpflanzen“, 10, 140—148.

Lövkvist B., 1947, Chromosome studies in *Cardamine*. „Hereditas“, 33, 421—422.

Manton I., 1932, Introduction to the general cytology of the *Cruciferae*. „Ann. of Bot.", 46, 509—556.

Manton I., 1935, The cytological history of Watercress (*Nasturtium officinale R. Br.*) „Zeitschr. f. Ind. Abst. und Vererb.", 69, 132—157.

Müntzing A., 1933, Quadrivalent formation and aneuploidy in *Dactylis glomerata*. „Bot. Not." 198—205.

Müntzing A., 1936, The evolutionary significance of autopoliploidy. „Hereditas" 21, 263—379.

Müntzing A., 1937, The effects of chromosomal variation in *Dactylis*. „Hereditas" 23, 113—235.

Navashin M., 1929, Studies on polyploidy, I. Cytological investigation on triploidy in *Crepis*. „Univ. of Calif., Publ. in Agr. Sc." 2, 377—400.

Pawłowski B., 1925, Zapiski florystyczne z Tatr. „Acta Soc. Bot. Pol." 3. 75—96.

Pawłowski B., Sokołowski M., Wallisch K., 1928, Zespoły roślin w Tatrach cz. VII. Zespoły roślinne i flora Morskiego Oka. „P.A.U. Rozpr. Wydz. Mat. Przyr.", Seria A/B. 67, 171—311.

Satczek K., 1951, Cytological studies in species of the genus *Soldanella* from the Polish Carpathians. „Bull. de l'Acad. Pol. des Sciences et des Lettres". Serie B. 285—299.

Schulz O. E., 1903, Monographie der Gattung *Cardamine*. „Engl. Bot. Jahrb.", 32, 280—623.

Sharp L. W., 1934, Introduction to cytology. New York, Mc Graw-Hill Co.

Skalińska M., 1951, Cytological studies in *Gentiana* species from Tatra and Pieniny Mts. „Bull. de l'Acad. Pol. des Sciences et des Lettres", Seria B, 119—136.

Smith F. H., 1938, Some chromosome numbers in the *Cruciferae*. „Amer. Journ. of Bot.", 25, 220—221.

Szafer W., Kulczyński S., Pawłowski B., 1953, Rośliny Polskie. Warszawa, Państwowe Wydawnictwo Naukowe.

Szafer W., Kulczyński S., Paczoski J., Pawłowski B., 1927, Flora Polska. Kraków. P.A.U.

Tischler G., 1950, Die Chromosomenzahlen der Gefässpflanzen Mitteleuropas. W. Jung. S.-Gravenhage.

Walas J., 1938, Wędrówki roślin górskich wzdłuż rzek tatrzańskich. „P.A.U. Prace Kom. Bad. Nauk. Ziem górskich" 1. 1—131.

ACTA SOCIETATIS
BOTANICORUM POLONIAE
Vol. XXIV — Nr 2
1955

Z badań nad zgniliznami drewna olszy czarnej (*Alnus glutinosa* L. Gaertn.) w odroślowym drzewostanie w Wesołej koło Siemianic

Some results of investigations on the heart-rots in a sprout alder stand of Wesoła near Siemianice (Province Poznań, Poland)

ST. DOMAŃSKI

WSTĘP

Jedną z charakterystycznych cech drzewostanów olszy czarnej jest łatwe i skuteczne odnawianie się ich za pomocą odrośli. Odrośle rozwijają się z pączków śpiących na pniakach, pozostałych po ścięciu nadziemnej części drzewa. Pniaki te, z których rozwijają się odrośle będziemy w dalszym ciągu pracy nazywać pniakami macierzystymi. Określenie „macierzysty" stosuje się zresztą również do drzewostanu oraz do drzew, których ścięcie dało początek pniakom macierzystym.

Świeżo rozwinięte odrośle przez pewien czas korzystają przy pobieraniu wody i pokarmów z korzeni pniaka macierzystego. Korzenie te jednak u olszy — odmiennie niż u wielu innych gatunków drzew odnawiających się odroślowo — stosunkowo szybko obumierają i ulegają rozkładowi, a odrośle ratują się przed śmiercią, wypuszczając korzenie przybyszowe, które z biegiem czasu grubieją i przejmują całkowicie na siebie funkcje normalnego systemu korzeniowego. W ten sposób olsza odroślowa staje się z czasem samodzielnym od pniaka macierzystego odseparowanym drzewem tym bardziej, że równocześnie z rozwojem korzeni przybyszowych następuje — według S u c h e c k i e g o (1937) — również oddzielanie się odrośli od pniaka macierzystego. Tkanka na pograniczu styku odrośli z pniakiem macierzystym zamiera bowiem, a miejsce zetknięcia zabliźnia kallus. S u c h e c k i (l. c.) obserwował powyższy proces separowania się i zabliźniania odrośli już u około 10-letnich drzew.

Wyżej opisany proces rozwoju odrośli nie pozostaje zwykle bez wpływu na pokrój drzewa, które z niego wyrasta. Drzewa odroślowe charakteryzują się bowiem przeważnie mniej lub więcej wynurzonym nad powierzchnię gleby systemem korzeniowym. W krańcowym wypadku mogą

one tak silnie wystawać z gleby, że tworzą jak gdyby rusztowanie lub szczudła, na których wspiera się drzewo odroślowe. Dzieje się tak dlatego, ponieważ dające początek systemowi korzeniowemu odrośli korzenie przybyszowe wyrastają z niej zawsze ponad pniakiem macierzystym, a chcąc dostać się do gleby obrastają go najczęściej wierzchem i otaczają ze wszystkich stron, obejmując jak gdyby od góry, a nawet gdy pniak macierzysty jest już zmurszały przerastają go na wskroś. Z chwilą gdy pniak macierzysty zmurszeje całkowicie i rozsypie się w końcu, występuje szczególnie wyraźnie ich charakterystyczne wynurzenie ponad poziom gruntu oraz rozstawienie, zależne każdorazowo od wysokości i wielkości pniaka macierzystego.

Prócz tego proces rozwojowy odrośli ma poważny wpływ na jej zdrowotność. Mimo bowiem zdolności zupełnego odseparowywania się od pniaka macierzystego odrośl bardzo często ulega zakażeniu przez grzyby wywołujące zgniliznę drewna, a głównym źródłem infekcji jest przeważnie właśnie pniak macierzysty, na którym z reguły następuje infekcja pierwotna. Stąd grzyby przenoszą się dopiero do odrośli, powodując w niej zgniliznę odziomkową drewna twardzielowego.

Procent porażonych w ten sposób odziomków odrośli jest niekiedy bardzo wysoki. Tak np. Westveld (1929) stwierdził w jednym z drzewostanów odnowionych odroślowo w Stanie Michigan — 32% drzew ze zgnilizną drewna twardzielowego, podczas gdy w innym drzewostanie, rosnącym w tych samych warunkach, a odnowionym sztucznie przez sadzenie tylko — 5%. Roth i Sleeth (1939) natomiast, badając liczne odroślowe drzewostany dębowe w Stanach Zjednoczonych A. P., wykazali od 0 do 64% drzew ze zgnilizną odziomkową, sięgającą w pniu przeciętnie od 20 do 190 cm, przy czym głównym źródłem zakażenia odrośli (w 86%) były pniaki macierzyste.

Zakażenie odrośli od pniaka macierzystego zależy od szeregu warunków. Przede wszystkim ważną rolę odgrywa tu szybkość procesu odseparowywania się odrośli od pniaka macierzystego. Według Sucheckiego (l. c.) przebieg tego procesu nie jest jednakowy u poszczególnych odrośli nawet w tym samym drzewostanie. Zależy on w dużej mierze od wielkości pniaka macierzystego, z którego wyrosła odrośl. Im mniejszy jest taki pniak, tym szybszy ma być proces oddzielania się odrośli i tym samym tym mniejsze szanse jej zakażenia.

Poza tym niskie, cienkie, posiadające niewielką masę pniaki macierzyste rozkładają się zawsze szybciej, grożąc o wiele krócej niebezpieczeństwem zakażenia nawet już po odseparowaniu się odrośli niż pniaki wysokie i grube.

Ponadto niewielkie pniaki macierzyste z kilkoma, a nawet z jedną, ale silnie rosnącą odroślą, zostają szybko obrośnięte przez tkankę drzewną

odrośli, co z kolei może doprowadzić do obumarcia grzyba, który wywołał w nich zgniliznę.

Według badań Rotha i Sleetha (l. c.) prawdopodobieństwo infekcji odrośli od pniaka macierzystego wzrastało w odroślowych drzewostanach dębowych także wraz z wysokością, na jakiej odrośl wyrastała z pniaka macierzystego. Odrośle wyrastające z pniaka poniżej powierzchni gruntu zawsze mniej były narażone na infekcję niż odrośle, które wyrosły z pniaka wysoko ponad gruntem.

Czas tworzenia się drewna twardzielowego w odroślach też nie jest bez znaczenia z tego powodu, ponieważ grzyby wywołujące zgnilizny drewna w odroślach są z reguły dostosowane tylko do rozkładania drewna twardzielowego. Czas ten zależny jest według badań obu powyższych autorów w drzewostanach dębowych wprost proporcjonalnie od wieku i grubości odrośli, wpływając w tym samym stosunku na wzrost ich zakażenia.

Najpospolitszym gatunkiem grzyba, atakującym drewno olszy czarnej na pniu jest wg Cartwright'a i Findlay'a (1944) — *Polyporus radiatus* (Sow.) Fr. Drewno rozłożone przez ten grzyb jest białawe, lekkie i rozpada się na płatkowate fragmenty. W takim zgniłym drewnie tworzą się często cieniutkie warstewki ciemnobrunatnej grzybni, które na poprzecznym przekroju zgniłego drewna występują jako cienkie ciemne linie o różnokierunkowym, często jednak mniej lub więcej kolistym przebiegu. Według badań Hoppa (1938) składają się one głównie z nabrzmiałych, sęczkowatych strzępek, zabarwionych na brunatno barwnikiem wydzielanym przez grzybnię w specyficznych warunkach środowiska. Bodźcem, pobudzającym grzybnię do barwienia powyższych strzępek na brunatno, jest równoczesne działanie na nią wysokiej wilgotności i dużych ilości powietrza, a zwłaszcza tlenu atmosfery, choć proces ten — według tegoż autora — wcale nie jest procesem oksydacyjnym.

Podobne zresztą ciemne strefy grzybniowe powstają w drewnie olszy zaatakowanej — choć nieporównanie rzadziej — przez inne gatunki grzybów, a między innymi przez *Armillaria mellea* (Vahl.) Quél. lub *Phellinus igniarius* (L. ex Fr.) Quélet.

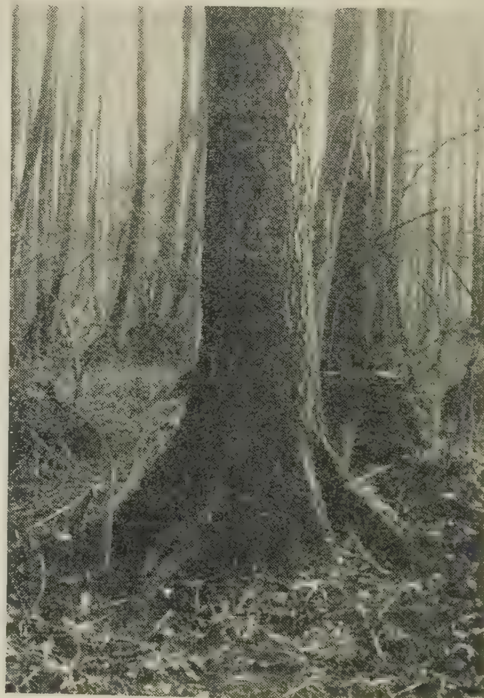
W polskiej literaturze fitopatologicznej brak jest prac, omawiających zdrowotność odroślowych drzewostanów olszy czarnej. To skłoniło autora do przeprowadzenia poniższych badań, które choć przeprowadzone w jednym drzewostanie rzucają jednak pewne światło na niektóre kwestie, związane z produkcją bardzo cenionego obecnie w przemyśle sklejkowym drewna olszy czarnej.

BADANIA WŁASNE: TEREN, METODYKA I WYNIKI

Badaniom poddano drzewostan olszy czarnej o powierzchni około 19 ha w Wesołej k. Siemianic, pow. Kępno. Rósł on nad brzegiem Prosny w nie-

wielkim zagłębieniu, które do 1913 roku było sztucznie zalane wodą tej rzeki, spiętrzonej w tym miejscu przez tamę z pobliskiego młyna. Zewnętrznie zdrowe, na ogół dość dobrze rozwinięte, dość proste pnie drzew świadczyły, że siedlisko dla olszy wybrano raczej odpowiednie. Drzewostan liczył w chwili badań w zimie 1952 roku 51 lat. Przeciętna grubość pni drzew na wysokości 1,3 m (tzw. pierśnicy) wynosiła 22,5 cm, przeciętna wysokość natomiast 18 m.





Ryc. 1. Olsza z systemem korzeniowym normalnym (rozwiniętym całkowicie pod powierzchnią gruntu) w drzewostanie odroślowym w Wesołej k. Siemianic. W okolicy szyi korzeniowej wystaje z pnia pniak, pozostały po ścięciu jednej z odrośli. Górna jego powierzchnia pokryta jest owocnikami *Stereum rugosum*. Linijka ustawiona pionowo z lewej strony drzewa ma długość 40 cm (analogicznie na ryc. 2, 3, 11 i 12).

Ryc. 2. Olsza odroślowa o szczudłowym systemie korzeniowym średnio wynurzonym nad poziom gruntu w Wesołej k. Siemianic.

Powstał on z odrośli, gdy w zimie 1902 roku ścięto poprzedni drzewostan. Według relacyj robotników, którzy brali udział w ścince tego drzewostanu macierzystego, pnie drzew były wewnątrz przeważnie zdrowe. Powyższy drzewostan rósł stale na terenie zalanym wodą. Powstały natomiast z odrośli, wyrosłych na pniakach pozostałych po ścięciu drzewostanu macierzystego — drzewostan badany rósł początkowo przez 11 lat na terenie zalanym wodą, jednak począwszy od 1913 roku, kiedy skasowano młyn a z nim i tamę, poziom wody w Prośnie obniżył się w tym miejscu

tak znacznie, że teren porośnięty drzewostanem ulegał zalaniu jedynie — choć nie corocznie — mniej więcej na okres jednego do dwóch miesięcy w czasie roztopów wiosennych.

Ścinkę drzewostanu macierzystego w 1902 roku przeprowadzono w zimie po zamarznięciu zalewu. Ponieważ równocześnie — jak już wspomniano powyżej — teren badanego drzewostanu posiadał kształt spłaszczonej niecki — pozostałe po ścince pniaki były tym wyższe im głębszą była woda zalewu. Odpowiednio do tego ukształtowały się systemy korzeniowe drzew odroślowych badanego drzewostanu. W środkowej partii niecki, gdzie głębokość zalewu była największa, drzewa odroślowe posiadały z reguły system korzeniowy szczudłowy. Pnie badanych olsz rosnących w tych partiach sterczały jak na szczudłach na wysoko wynurzonych nad powierzchnię gruntu korzeniach. U niektórych z nich szyja korzeniowa znajdowała się tutaj nawet na wysokości 1,5 m. Im bliżej brzegów niecki, gdzie woda zalewu była coraz płytsza i pniaki macierzyste niższe, drzewa odroślowe badanego drzewostanu wytworzyły systemy korzeniowe coraz mniej wynurzone z gleby, a na samym brzegu, gdzie brak wody zalewu umożliwiał bardzo niską ścinkę drzew macierzystych, większość drzew odroślowych odznaczała się systemem korzeniowym normalnie zagłębionym w glebie z szyją korzeniową na normalnej wysokości.



Ryc. 3. Olsza odroślowa o szczudłowym systemie korzeniowym w Wesołej k. Siemianic.

Wstępne badania zdrowotności wykazały, że tylko 5,5% drzew odroślowych było pozbawionych zupełnie zgnilizny drewna twardzielowego w pniu, natomiast reszta zawierała głównie w odziomkowej partii pnia zgniliznę, posuwającą się przeważnie od strony szyi korzeniowej ku wierzchołkowi pnia często na znaczną wysokość. Wśród tych drzew chorych aż 67% posiadało zgniliznę w końcowych (III i IV — objaśnienie poniżej) stadiach rozwojowych.

Już pobieżne porównanie zdrowotności odziomków u grupy drzew, posiadających system korzeniowy normalnie zagłębiony w glebie, ze zdro-

wotnością odziomków drzew o systemie korzeniowym szczudłowym, doprowadziło do wniosku, że drzewa z systemem korzeniowym normalnie zagłębionym w glebie posiadały znacznie zdrowsze drewno.

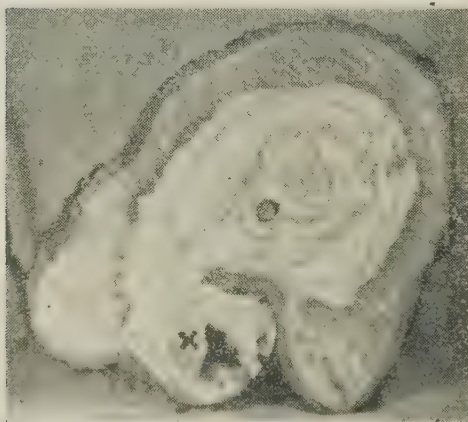
W celu dokładnego zbadania tego procesu wycięto i zbadano dokładnie 137 drzew w różnych punktach badanego drzewostanu. Zmierzono ich wysokość, pierśnicę oraz określono stopień wynurzenia ich systemu korzeniowego nad poziom gruntu według następującego schematu klasyfikacyjnego:

system korzeniowy normalny — z szyją korzeniową i korzeniami całkowicie zanurzonymi w glebie (ryc. 1),

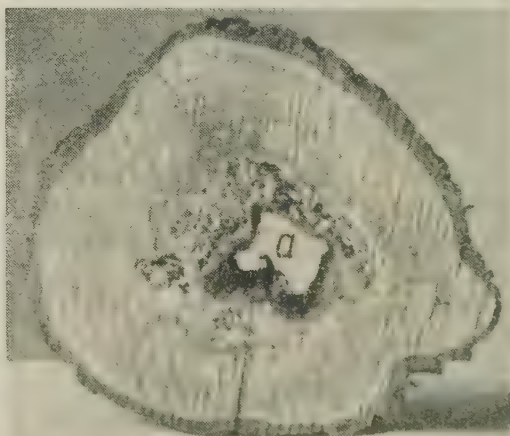
system korzeniowy średnio wynurzony — z szyją korzeniową przeważnie na wysokości około 0,5 m nad poziomem gruntu oraz nielicznymi, zwykle wąskimi, trójkątnymi w zarysie lukami pomiędzy nasadami głównych bocznych korzeni, które to nasady są tylko wynurzone nad powierzchnią gleby (ryc. 2),

system korzeniowy szczudłowy — z szyją korzeniową położoną przeważnie wysoko około 1 m i wyżej nad ziemią oraz wszystkimi, szeroko rozstawionymi korzeniami, wynurzonymi ponad powierzchnię gleby, w której tkwią jedynie ich końce (ryc. 3 i 7).

Pnie powyższych drzew po ścięciu poprzecinano na jednometrowe sekcje w celu oznaczenia stopnia rozkładu drewna oraz ustalenia wysokości zasięgu zgnilizny w pniu.



Ryc. 4. Poprzeczny przekrój odziomkowy drzewa nr 78 z drewnem twardzielowym w końcowym (III) stadium rozkładu, wywołanego przez *Polyporus radiatus*. W tym wypadku infekcja nastąpiła za pośrednictwem bocznej, suchej odrośli, której poprzeczny przekrój odziomkowy oznaczono przez x.



Ryc. 5. Poprzeczny przekrój odziomkowy drzewa nr 12 z drewnem twardzielowym w stadium wtórnego rozkładu (IV). W centrum widoczny poprzeczny przekrój dziupli (a); pozostałe drewno twardzielowe posiada sino-czarną barwę.

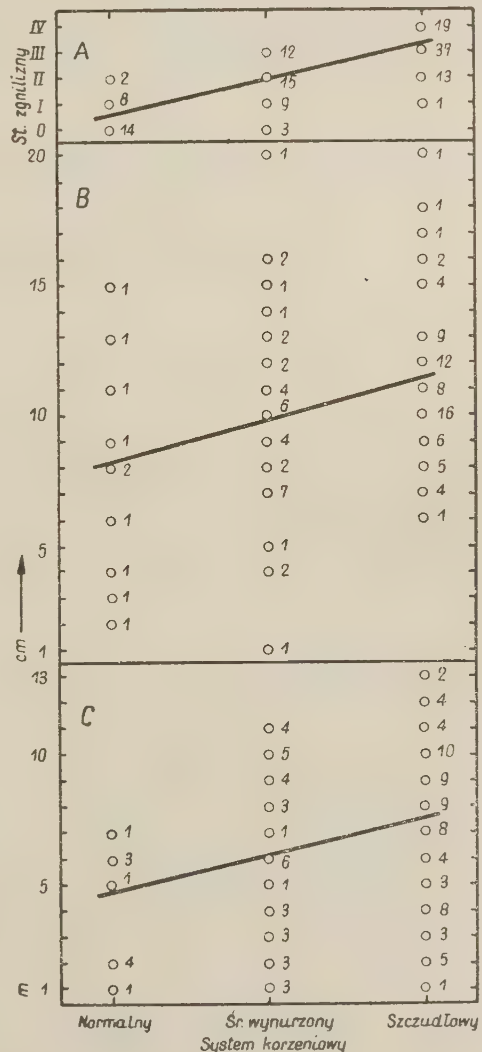
Przy określaniu stopnia rozkładu drewna wyróżniano następujące stadia rozwojowe:

stadium początkowe (I) — drewno przebarwione na kolor odmienny niż kolor zdrowego drewna olszowego, zwykle jednak na jasno lub ciemno-brunatno bez widocznych zmian struktury,

stadium pośrednie (II) — drewno kruche, łatwo łupliwe, przebarwione po większej części na kolor czerwono-brunatny z białymi wysepkami,

stadium końcowe (III) — drewno rozlatujące się łatwo pod naciskiem palców na drobne kostkowe, włókniste lub nieregularne fragmenty, albo też stosunkowo w nielicznych wypadkach z licznymi wrzecionowatymi kieszonkami o twardych ściankach, wypełnionymi białą grzybnią; zwykle białej, żółtawej (ryc. 4 i 15) lub czerwono-brunatnej barwy (ryc. 14).

stadium wtórnego rozkładu (IV) — drewno rozłożone pierwotnie przez jednego z patogenów, niszczących drewno olszowe (tab. 2), o strukturze typowej dla wymienionego wyżej końcowego stadium rozkładu, zabarwione jednak na siny lub czarny kolor lub zupełnie wygniłe z dziuplą o sinych lub czarnych ścianach na skutek wtórnego opanowania i ostatecznego jego rozkładu przez grzyby saprofityczne głównie z rodziny *Dematiaceae* (ryc. 5 i 11).



Ryc. 6. Proste regresji, przedstawiające wpływ stopnia wynurzenia systemu korzeniowego nad powierzchnię gruntu na:

A — stadium rozkładu drewna w odziomku [równanie prostej regresji Y = 2,26 + 1,2564 (x — 2,35)]. Zero na osi rzędnych oznacza drewno zdrowe,

B — średnicę (w cm) podstawy stożka zgnilizny, zmierzoną na poprzecznym przekroju odziomkowym [równanie prostej regresji Y = 10,5 + 1,6326 (x — 2,52)],

C — wysokość (w m) stożka zgnilizny w pniu [równanie prostej regresji Y = 6,80 + 1,4489 (x — 2,52)] w drzewostanie odroślowym olszy czarnej w Wesołej k. Siemianic. Cyfry umieszczone obok kółek oznaczają ilości drzew.

Wyniki powyższej analizy zestawiono w tabeli 1 oraz na rycinie 6. Wskazują one na wyraźny wpływ stopnia wynurzenia systemu korzeniowego nad poziom gleby na zdrowotność drewna twardzielowego w odziomkach zbadanych drzew odroślowych. Wszystkie drzewa o szczudłowym systemie korzeniowym zawierały bowiem wewnątrz zgniliznę, która na poprzecznym przekroju odziomkowym była przeważnie w końcowym (III) stadium rozwojowym lub w stadium wtórnego rozkładu (IV) przez saprofity (ryc. 6, A) i zajmowała tam stosunkowo największą powierzchnię (ryc. 6, B) oraz sięgała w pniu tak przeciętnie (ryc. 6, C), jak maksymalnie najwyżej (tab. 1).

W miarę jak system korzeniowy był mniej wynurzony nad powierzchnię gleby badane drzewa odroślowe wykazywały wyższą zdrowotność drewna w pniu. Najlepiej powyższą zależność ilustruje cyfra podana w ostatniej rubryce tabeli 1, nazwana wskaźnikiem nasilenia zgnilizny *W*.

Tabela 1

Niektóre dane o zdrowotności drewna w pniu, zestawione w zależności od stopnia wynurzenia systemu korzeniowego nad powierzchnię gleby w drzewostanie odroślowym olszy czarnej w Wesołej k. Siemianic.

Rodzaj systemu korzeniowego	Ilość drzew			Maksymalna wysokość stożka zgnilizny w pniu w m	Wskaźnik nasilenia zgnilizny grupy drzew (*W*)
	zbadanych ogółem	zdrowych	zakażonych od strony systemu korzeniowego		
normalny	26	14	11	6,5	2,02
średnio wynurzony ponad powierzchnię gleby	39	3	36	11,0	13,87
zczudłowy	71	0	71	13,0	24,76

Obliczono go na podstawie wzoru, w którym wzięto pod uwagę stadium zgnilizny na poprzecznym przekroju odziomkowym pnia każdego drzewa, zaliczonego do danej grupy, następnie wysokość stożka zgnilizny w pniu każdego z nich oraz ilość wszystkich drzew w grupie niezależnie od stanu zdrowotnego ich drewna. Użyto więc wszystkie te elementy i to w takiej kombinacji, by otrzymanym w końcowym efekcie jednym wyrażeniem cyfrowym jak najwłaściwiej ocenić stopień zniszczenia drewna w rozpatrywanych trzech grupach drzew. Wzór na obliczenie wskaźnika ma bowiem następującą postać:

$$W = \frac{s_1 h_1 + s_2 h_2 + s_3 h_3 \ldots + s_n h_n}{n},$$

gdzie poszczególne symbole oznaczają

$s_1, s_2, s_3, \ldots s_n$ — stadium zgnilizny drewna na poprzecznym przekroju odziomkowym poszczególnych drzew, zaliczonych do danej grupy. Do obliczeń stadia rozwojowe zgnilizny wyrażono w następujące skali cyfrowej: stadium początkowe = 1

stadium pośrednie = 2
stadium końcowe = 3
stadium wtórnego rozkładu = 4,

$h_1, h_2, h_3 \ldots h_n$ — wysokość w m stożka zgnilizny w pniu poszczególnych drzew w danej grupie,

n — ilość wszystkich drzew w grupie (tak zdrowych, jak chorych).

Dla przykładu podaje się obliczenie wskaźnika nasilenia zgnilizny dla drzew, zaliczonych do grupy o systemie korzeniowym normalnie zagłębionym w glebie:

$$W = \frac{1 \times 1 + 1 \times 1,5 + 1 \times 1,5 + 1 \times 2 + 1 \times 2 + 1 \times 5,5 + 1 \times 6 +}{26}$$

$$\frac{+ 1 \times 6,5 + 1 \times 6,5 + 2 \times 4,5 + 2 \times 5,5}{26} =$$

$$= \frac{1 + 1,5 + 1,5 + 2 + 2 + 5,5 + 6 + 6,5 + 6,5 + 9 + 11}{26} = \frac{52,5}{26} = 2,02$$

Obliczony analogicznie wskaźnik *W* dla grupy drzew o systemie korzeniowym średnio wynurzonym nad powierzchnię gruntu był prawie siedmiokrotnie wyższy, a dla grupy drzew o systemie korzeniowym szczudłowym przeszło dwunastokrotnie wyższy. Wskazuje to wyraźnie, że niebezpieczeństwo zakażenia drewna w pniu wzrastało wraz ze stopniem wynurzenia korzeni nad powierzchnię gleby.

Groziło ono przede wszystkim ze strony wysokiego i dużego rozkładającego się pniaka macierzystego, z którego wyrosło każde drzewo odroślowe o szczudłowym systemie korzeniowym.

Poza tym duża ilość i masa korzeni w takim wynurzonym nad powierzchnię gleby systemie korzeniowym narażona była stale na działanie zmiennych czynników atmosferycznych i uszkodzenia mechaniczne. Poważny ich procent najprawdopodobniej z tych powodów ulegał zranieniu, obumierał i usychał, stwarzając dodatkowe prócz pniaka macierzystego źródło zakażenia dla grzybów, niszczących drewno.

Ponadto pewna część tych korzeni, rozwinięta jeszcze przed usunięciem zalewu w 1913 roku, przystosowała się do życia w środowisku wodnym, co zapewne też nie było bez wpływu na wzrost ich podatności na infekcję

ze strony grzybów, wywołujących zgnilizny, kiedy to środowisko wodne usunięto.

Że istotnie te korzenie wynurzone nad poziom gruntu stanowiły dogodne furtki wejścia dla grzybów wywołujących w następstwie zgniliznę

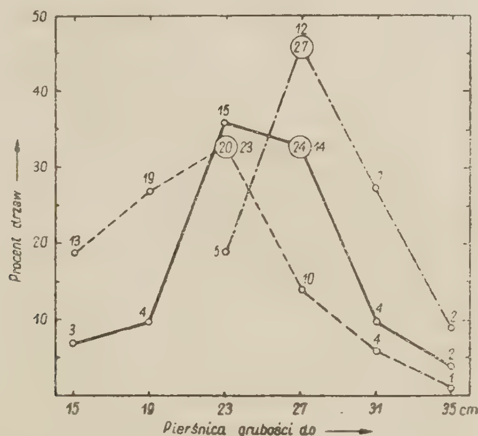


Ryc. 7. Szczudłowy system korzeniowy jednej z olsz odroślowych w Wesołej k. Siemianic, pokryty kolonią owocników *Polyporus radiatus*.

w pniu świadczą także bezpośrednie obserwacje, poczynione w badanym drzewostanie choćby nad występowaniem ich owocników. Bardzo często zwłaszcza w okresie jesiennym znajdowano bowiem na tych korzeniach szczudłowych owocniki takich grzybów jak: *Polyporus radiatus* (Sow.) Fr. (ryc. 7), *Stereum hirsutum* (Willd.) Fr., *St. purpureum* Pers, *St. rugosum* (Pers.) Fr., *Ganoderma lucidum* (Leyss.) Karst., *Flammula conissans* (Fr.) Gill., *Pholiota aurivella* (Batsch.) Quél., *Ph. mutabilis* (Schaeffer) Quél., *Nematoloma fasciculare* (Huds.) Karsten, *N. sublateritium* (Schaeff.) Fr., które — jak to wynika z tabeli 2 — należały przeważnie do sprawców zgnilizny w pniu.

Wspomniany wyżej proces obumierania i usychania korzeni szczudłowych miał najprawdopodobniej jeszcze inny, równie niekorzystny wpływ na rozwój badanych drzew. Z przebiegu krzywych na ryc. 8 widać, że najsilniej opanowana przez grzyby, wywołujące zgniliznę w pniu, grupa drzew o szczudłowym systemie korzeniowym składała się przeważnie z drzew cieńszych o przeciętnej grubości pierśnicy równej 20 cm, podczas gdy dla grupy drzew o średnio wynurzonym systemie korzeniowym wynosiła ona 24 cm, a normalnie zagłębionym 27 cm. Nie jest wykluczone, że

przyczyny tego stosunkowo słabszego przyrostu na grubość — podobnie jak i silnego opanowania przez grzyby nadziemnej części pnia u drzew z silniej wynurzonym nad powierzchnię gleby systemem korzeniowym — należy szukać właśnie w obumieraniu i usychaniu części korzeni wystających nad powierzchnię gleby.



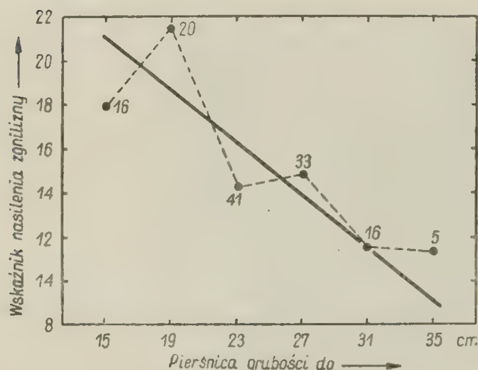
Ryc. 8. Wykres przedstawiający wpływ stopnia wynurzenia systemu korzeniowego nad powierzchnię gruntu na grubość drzew odroślowych w Wesołej k. Siemianic. Krzywe pokazują procentowe ilości drzew o normalnym (rozwiniętym całkowicie w glebie) (—·—·—), średnio wynurzonym (——) i szczudłowym (- - - -) systemie korzeniowym w poszczególnych klasach grubości pierśnicy. Cyfry obok znaków oznaczają ilości zbadanych drzew, wewnątrz znaków natomiast przeciętną grubość pierśnicy drzew (w cm) z analogicznie usytuowanym systemem korzeniowym.

Wykazane w tabeli 1 i na ryc. 8 korelacje sprawiły też to, że wskaźnik nasilenia zgnilizny posiadał największą wartość u drzew cieńszych, a stosunkowo najniższą u drzew najgrubszych (ryc. 9).

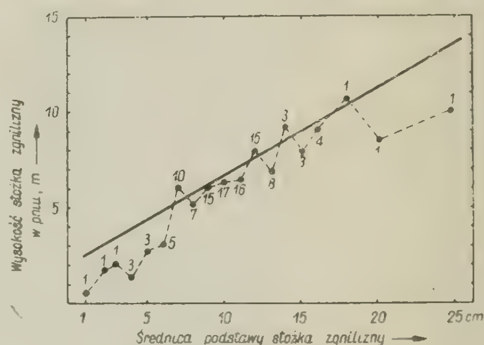
Na zakończenie powyższych rozważań warto jeszcze wskazać na korelację, jaką zanotowano u badanych chorych drzew między średnicą stożka zgnilizny na poprzecznym przekroju odziomkowym a jego wysokością. Na wykresie, podanym na ryc. 10, zaznacza się wyraźnie wprostproporcjonalna zależność między obiema powyższymi wielkościami.

S p r a w c ó w zgnilizn oznaczono metodą pożywkową, przenosząc na agar maltozowy kawałeczki drewna, pobrane w sterylnych warunkach z próbek, zawierających zgniliznę. Wyrosłą z takich inokulów grzybnię identyfikowano, porównując ją z kolekcją czystych kultur, przygotowanych ze specjalnie zebranych w badanym drzewostanie owocników grzybów niszczących drewno. W wypadku braku odpowiednika wśród czystych kultur kolekcji, nie zidentyfikowaną grzybnię próbowano zmusić do owocowania, posługując się do tego celu metodą, podaną przez B a d c o c k a

(1941, 1943). Z otrzymanych powyższą metodą owocników oznaczano następnie gatunek grzyba. W ten sposób zidentyfikowano grzybnię gatunków takich jak *Flammula conissans, Fl. flavida, Nematoloma fasciculare, N. sublateritium, Pholiota aurivella* czy *Stereum hirsutum, St. purpureum.*



Ryc. 9. Wykres ilustrujący przebieg zależności między wartością wskaźnika nasilenia zgnilizny a grubością drzew badanych w Wesołej k. Siemianic. Prostą regresji wyznaczono na podstawie równania Y = 16,05 — 0,5953 (x—23,37). Cyfry przy punktach połączonych linią przerywaną oznaczają ilości drzew, które były podstawą obliczenia wskaźnika nasilenia zgnilizny w poszczególnych klasach grubości.



Ryc. 10. Wykres przedstawiający współzależność między średnicą podstawy stożka zgnilizny zmierzoną na poprzecznym przekroju odziomkowym a jego wysokością w pniu drzew odroślowych w Wesołej k. Siemianic. Prostą regresji wyznaczono równaniem Y = 6,71 + + 0,4589 (x — 10,19). Cyfry obok punktów, połączonych linią przerywaną, oznaczają ilości zbadanych drzew.

Gatunki grzybów, sprawców zgnilizn u badanych drzew odroślowych podano w tabeli 2.

Jak było do przewidzenia największą rolę odgrywał tu *Polyporus radiatus.* Na ogółem 190 drzew, jakie zbadano w celu określenia udziału sprawców zgnilizny, przeszło 56% posiadało zgniliznę, wywołaną przez tego grzyba. Na drugim miejscu (17%)należy postawić grupę grzybów, należących do rodzaju *Stereum (St. frustulosum* (Pers.) Fr. — 7%, *St. rugosum* — 6%, *St. purpureum* — 3,5%, *St. hirsutum* — 0,5%). Pewną stosunkowo dość dużą rolę odgrywały też niezidentyfikowany grzyb nr 223 (6%), *Pholiota mutabilis* oraz *Flammula conissans* (po 4%). Pozostałe gatunki występowały raczej pojedynczo. Owocniki wszystkich tych grzybów znajdowano pospolicie na korzeniach, zwłaszcza szczudłowych, rzadziej na pniu w badanym drzewostanie. Wyjątek stanowił tylko grzyb *Stereum frustulosum,* którego owocników nie udało się znaleźć ani razu na korzeniach czy pniach drzew.

Odnośnie zestawu patogenów, wymienionych w tabeli 2, warto jeszcze podkreślić brak w nim zupełnie gatunków, wytwarzających owocniki wieloletnie (np. *Fomes, Phelinus, Ganoderma applanatum* (Pers.) Pat).

Tabela 2

Gatunki grzybów oraz opanowane przez nie drzewa

L. p.	Gatunek grzyba	Ilość drzew ze zgnilizną	Ilość drzew zaatakowanych od strony		Odcinek pnia (w m) opanowany przez grzyba	
			systemu korzeniowego	pnia	przeciętnie	maksymalnie
1	*Polyporus radiatus* (Sow.) Fr.	107	105	4	5,25	13,0
2	*Stereum frustulosum* (Pers.) Fr.	13	13	—	1,90	7,0
3	*St. rugosum* (Pers.) Fr.	12	12	—	3,60	6,0
4	*St. purpureum* Pers.	7	5	2	5,60	10,5
5	*St. hirsutum* (Willd.) Fr.	1	1	—	?	?
6	*Pholiota mutabilis* (Schaef.) Quél.	8	6	?2	2,50	4,0
7	*Ph. aurivella* (Batsch.) Quél.	1	—	1	?	?
8	*Flammula conissans* (Fr.) Gill.	8	8	—	4,50	8,0
9	*Fl. flavida* (Schaeff.) Quél.	1	—	1	?6,00	?6,0
10	*Armillaria mellea* (Vahl.) Quél.	5	5	—	1,90	3,5
11	*Ganoderma lucidum* (Leyss.) Karst.	3	3	—	?	?
12	*Collybia velutipes* (Curt.) Quél.	1	?	?	?	?
13	*Nematoloma fasciculare* (Huds.) Karsten	1	1	—	1,00	1,0
14	*N. sublateritium* (Schaeff.) Fr.	1	1	—	5,00	5,0
15	*Pleurotus ostreatus* (Jacq.) Quél.	1	—	1	?2.60	?2,6
16	Niezidentyfikowany grzyb nr 223	11	7	4	6,90	9,0
17	Niezidentyfikowany	12	12	—	5,65	10,0

W przeważającej większości wypadków sprawcy zgnilizny dostawali się do drzewa od strony systemu korzeniowego. Na przekroju odziomkowym bowiem zgnilizna była przeważnie najsilniej zaawansowana, a średnica jej walca prawie zawsze najszersza (ryc. 11 i 12).





Ryc. 11. Przekrój promieniowy przez pniak odroślowy drzewa nr 63 z widoczną zgnilizną drewna twardzielowego, spowodowaną przez *Polyporus radiatus* (a) i zaatakowaną w centrum (b) przez saprofity; stąd drewno tam czarne, w stadium wtórnego rozkładu.

Ryc. 12. Przekrój promieniowy przez pniak odroślowy olszy z widoczną partią walca brunatnej zgnilizny (a) wywołanej w drewnie twardzielowym przez *Stereum frustulosum*.

Przy infekcji od strony pnia głównym źródłem zakażenia były suche gałęzie, sterczące na powierzchni pnia resztki po ich odłamaniu, niezarośnięte sęki (ryc. 13) oraz pniaki pozostałe po wczesnym ścięciu jednej z dwóch lub trzech zrośniętych ze sobą odrośli. Takie pniaki zakażone przez *Polyporus radiatus* (ryc. 4,x), *Stereum rugosum* (ryc. 1) i inne grzyby, stanowiły doskonałe inokulum, z którego grzybnia patogena niszczącego drewno przedostawała się do drewna twardzielowego pozostałej na pniu odrośli.

W jednym wypadku źródłem infekcji było pęknięcie mrozowe i tworząca się w konsekwencji tego listwa mrozowa (ryc. 14), powstała na wysokości około 5—7 m. Sprawcą zgnilizny był w tym wypadku grzyb *Flammula flavida*.

Zwraca uwagę duża przeciętna i maksymalna wysokość, do jakiej sięgała zgnilizna w pniu. Jeśli się weźmie pod uwagę, że drzewa badanego drzewostanu posiadały przeciętną wysokość 18 m, to np. w przypadku *P. radiatus* przeciętna długość odcinka drewna twardzielowego w pniu, zniszczonego przez zgniliznę, wywołaną przez tego grzyba, wynosiła prawie 1/3, a maksymalna u niektórych drzew nawet prawie 3/4 przeciętnej ich wysokości.

Niewiele mniejszą intensywnością rozkładu twardzielowego drewna olszowego odznaczały się również *Stereum purpureum* czy mało znany w patologii zgnilizn drewna grzyb *Flammula conissans* albo nie zidentyfikowany grzyb nr 223, który nawet w jednym wypadku, posuwając się od odziomka, wywołał zgniliznę w początkowym stadium rozwojowym na odcinku długości 9 m.



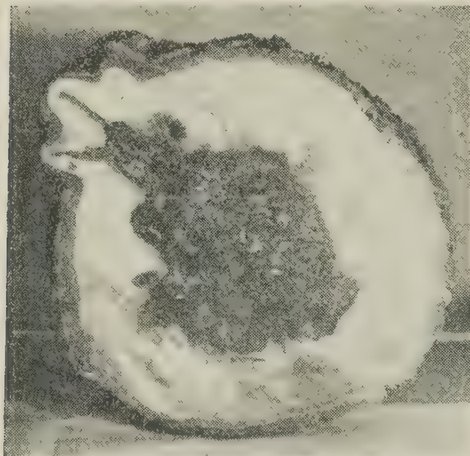
Ryc. 13. Przekrój promieniowy przez pień olszy nr 125, ściętej na skraju drzewostanu w Wesołej k. Siemianic. Widoczny jeszcze niecałkowicie zarośnięty sęk, za pośrednictwem którego nastąpiło zakażenie drewna twardzielowego przez *Polyporus radiatus*. Część sęka barwy czarnej w stadium wtórnego rozkładu, wywołanego przez grzyby z rodziny *Dematiaceae*.

Są to cyfry bardzo wysokie, zwłaszcza jeśli się zważy, że np. Roth i Sleeth (1939) w analogicznym zestawieniu, dotyczącym co prawda odroślowych drzewostanów dębowych o przeciętnym wieku 17—84 lat, podają dla *Armillaria mellea* 0,33 m jako przeciętną, a 1,37 m jako maksymalną wysokość, do jakiej grzyb posunął się w odziomkowej części pnia. Dla *Stereum frustulosum* natomiast dane te wynosiły 0,4 i 0,61 m. Najwyższa zaś w ogóle przeciętna wysokość, jaką w pniu dębów, badanych przez powyższych autorów osiągnęła zgnilizna odziomkowa, wynosiła 2,4 m (dla *Corticium lividum* Pers.), podczas gdy największa maksymalna wysokość równała się tylko 5,2 m (dla *Stereum guasapatum* Fr.).

Powyższe duże różnice między danymi dla olszy i dębu należy tłumaczyć sobie przede wszystkim bardzo niską w ogóle w porównaniu z drewnem dębowym odpornością drewna olszy na rozkład przez grzyby (Cartwright i Findlay, 1944). Nie jest jednak wykluczone, że złożyły

się na to szczególnie korzystne warunki dla infekcji już w bardzo wczesnym wieku badanego drzewostanu olszowego.

Jeszcze jedna cecha była bardzo charakterystyczna dla wyników diagnozy pożywkowej, wykonanej w celu zidentyfikowania sprawców zgnilizny w badanym drzewostanie olszowym. Badania H e p t i n g a (1935) oraz R o t h a i S l e e t h a (l. c.) dowodzą, że tylko jeden grzyb może być sprawcą zgnilizny w danym drzewie, a jeśli w tym samym drzewie wystąpi ich więcej, to nigdy nie dostają się one do drzewa tą samą drogą i nie występują na tej samej wysokości. Na 744 wypadki zgnilizny w odroślowych drzewostanach dębowych R o t h i S l e e t h znaleźli tylko 5 drzew, u których ze zgniłego drewna zostały wyosobnione równocześnie dwa względnie więcej gatunków grzybów, sprawców zgnilizny, każdy jednakowoż z innej wysokości drzewa. I tak np. w jednym 95-letnim odroślowym okazie *Quercus alba* L. grzyb *Stereum frustulosum* został wyosobniony ze zgniłego drewna na wysokości 2,60 m, *Corticium lividum* na wysokości 5,08 m, *Polyporus sulphureus* (B u l l.) F r. na wysokości 6,01 m, a *Stereum gausapatum* F r. na wysokości 7,13 m. Każdy z tych grzybów dostał się więc do drzewa inną drogą.



Ryc. 14. Przekrój poprzeczny przez pień olszy nr 109 na wysokości 6,20 m. Widoczne pęknięcie mrozowe wraz z powstałą od niego listwą mrozową, przez które grzyb *Flammula flavida* (S c h a e f f.) Q u é l. dostał się do drewna twardzielowego i wywołał tam brunatną zgniliznę.

W badanym drzewostanie olszowym z 22 opanowanych przez zgniliznę drzew wyosobniono więcej niż jednego, a przeważnie po dwóch sprawców rozkładu drewna twardzielowego. Z tego w 8 drzewach stosunki układały się podobnie, jak we wspomnianym wyżej okazie *Quercus alba* (tabela 3). Jeden z grzybów powodował bowiem zakażenie odziomka, dostawszy się doń przez uprzednio zakażony pniak macierzysty albo obumarłe korzenie przybyszowe, drugi zaś atakował górną część pnia, głównie za pośrednictwem sęków, rzadziej inną drogą.

U pozostałych 14 drzew natomiast stosunki układały się inaczej. Obu sprawców zgnilizny — jak to wynika z tabeli 4 — izolowano stale z tej samej próby, pobranej w postaci krążka grubości ok. 10 cm, zawsze w dolnym końcu ściętego drzewa. Zresztą już na podstawie zewnętrznych cech zgnilizny można było poznać w większości wypadków, że spowodowało ją

Tabela 3.
Wyniki diagnozy pożywkowej infekcji złożonej u niektórych drzew olszy czarnej w drzewostanie odroślowym w Wesołej k. Siemianic.

Nr drzewa	Wysokość (w m) pobrania próby ze zgnilizny w pniu	Gatunek wyosobnionego grzyba	Źródło infekcji		
			pniak macierzysty lub obumarły korzeń przybyszowy	sęk	inne
7	0,0[1]	*P. radiatus*	+		
	4,0	*St. purpureum*		+	
32	0,0	*St. frustulosum*	+		
	4,0	*P. radiatus*		+	
48	0,0	*niezidentyfikowany*	+		
	7,0	*Fl. flavida*			listwa mrozowa
51	1,0	*P. radiatus*	+		
	9,0	*Ph. aurivella*		+	
83	0,0	*St. rugosum*	+		
	7,0	*P. radiatus*			obłamany wierzchołek
96	0,0	*St. rugosum*	+		
	2,0	*Grzyb nr 223*		? +	
101	0,0	*Armillaria mellea*	+		
	4,0	*St. purpureum*		+	
109	0,0	*St. rugosum*	+		
	6,2	*Pleurotus ostreatus*		+	
	7,5	*Grzyb nr 223*		+	

[1] Oznacza poprzeczny przekrój odziomkowy.

Tabela 4

Niektóre charakterystyczne wyniki diagnozy pożywkowej, otrzymane przy identyfikowaniu sprawców zgnilizny drewna w drzewostanie odroślowym w Wesołej k. Siemianic

Nr drzewa	Nr kolejny kultury	Krótki opis próbki zgniłego drewna				Wysokość (w m.) stożka zgnilizny w pniu	Gatunek wyosobnionego grzyba
		wysokość (w m.), z jakiej wycięto próbkę	Barwa i struktura zgniłego drewna	Stadium rozwojowe zgnilizny	Powierzchnia twardzielu zajęta przez zgniliznę na poprzecznym przekroju pnia		
6	203a	0,0 [1]	brunatne z licznymi kieszonkami o twardych ściankach, wypełnionymi białawą grzybnią	III	1/2	1,5	*St. frustulosum*
	203b	„	brunatne bez kieszonek oddzielone od poprzedniego cieniutką warstewką ciemnej grzybni	II	1/2		*St. rugosum*
15	217a	0,0	żółtawo-białe	III	3/4	6,0	*P. radiatus*
	217b		j. przy kult. nr 203a	III	1/4		*St. frustulosum*
	218	1,0	j. przy kult. nr 217b	III	1/1		*P. radiatus*
17 (ryc. 16)	220a	0,0	żółtawo-białe na peryferiach twardzieli	III	1/2	5,5	*P. radiatus*
	220b		żółtawe, zresztą j. przy kult. nr 203b	III	1/2		*St. rugosum*
	221a	1,0	j. przy kult. nr 220a	II	3/4		*P. radiatus*
	221b		j. przy kult. nr 220b	II	1/4		*St. rugosum*
	222	2,0	czerwonawo-brunatne	I	1/1		*P. radiatus*
27	231a	0,0	j. przy kult. nr 203a	III	2/3	5,5	*St. frustulosum*
	231b		j. przy kult. nr 217a	III	1/3		*P. radiatus*
	232	2,0	żółtawo-białe	III	1/1		*P. radiatus*
29	235a	0,0	czerwonawo-brunatne z licznymi białawymi wysepkami	II	9/10	3,5	*P. radiatus*
	235b		j. przy kult. nr 203a	III	1/10		*St. frustulosum*
	236	2,0	czerwonawo-brunatne	I	1/1		*P. radiatus*

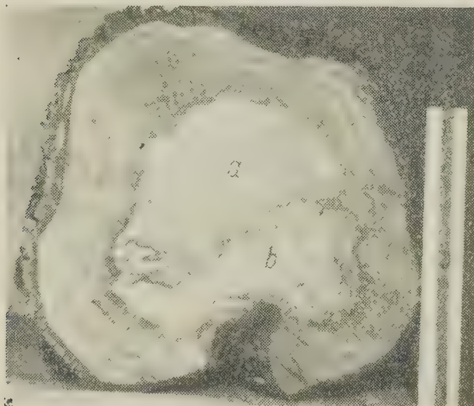
Tabela 4 (c. d.)

41	248a	0,0	j. przy kult. 235a	II	1/6		*P. radiatus*
	248b		j. przy kult. 235b	II	5/6	6,5	*St. frustulosum*
	249		jasno-brunatne	I	1/1		,, ,,
44	253a	1,0	żółtawo-białe	III	3/4		*P. radiatus*
	253b		j. w., oddzielone od poprzedniego cienką warstwą ciemnej grzybni	III	1/4	8,5	*Ph. mutabilis*
	254	2,0	czerwone	II	1/1		*P. radiatus*
58	270a	0,0	j. przy kult. nr 235a	III	3/5		*P. radiatus*
	270b		j. przy kult. nr 235b	III	2/5	12,5	*St. frustulosum*
	271	1,0	j. przy kult. nr 235a	II	1/1		*P. radiatus*
69	349a	1,0	białe	III	1/1	6,0	*Armillaria mellea + Nematoloma fasciculare*
	285		ciemno-brunatne	I	1/1		*P. radiatus*
70	287a	0,0	żółtawo-brunatne, w centrum	III	1/2		*Fl. conissans*
	287b		szaro-brunatne, na peryferiach twardzieli	II	1/2	10,0	*St. purpureum*
79	298a	1,0	jasno-brunatne, z żółtawymi wysepkami	II	3/4		*Ph. mutabilis*
	298b		j. w.	II	1/4	4,0	*P. radiatus*
81	300a	0,0	białawe	III	1/2		*Ph. mutabilis*
	300b		żółtawo-białe	III	1/2	1,0	*St. rugosum*
95	315a	0,0	żółtawo-białe	III	2/3		*P. radiatus*
	315b		j. w.	III	1/3	10,0	*grzyb nr 223*
107	330a	0,0	j. przy kult. 203a	II	4/5		*St. frustulosum*
	330b		białe	III	1/5	3,5	*Fl. conissans*

1) poprzeczny przekrój odziomkowy

więcej grzybów. Poza tym zgnilizny, wywołane przez różne patogeny, były oddzielone od siebie zawsze cieniutką warstewką ciemnej grzybni (ryc. 15), zewnętrznie analogicznie do tej, jaka powstaje jako rezultat reakcji grzybni patogena na wspomniane na wstępie warunki środowiska.

Jak wynika z tabeli 4 — zgnilizny wywołane w tym samym odziomku przez oba grzyby były przeważnie w identycznym, najczęściej końcowym stadium rozwojowym. Poza tym oba grzyby opanowywały wspólnie niewielki odcinek drewna twardzielowego odziomka. Zwykle już na wysokości 1—2 m występowała zgnilizna, spowodowana przez jednego z nich.



Ryc. 15. Poprzeczny przekrój odziomkowy przez drzewo nr 17. W drewnie twardzielowym widoczna zgnilizna, wywołana przez *Polyporus radiatus* (a), oddzielona cienką warstewką ciemnej grzybni od zgnilizny, której sprawcą okazał się grzyb *Stereum rugosum* (b). (Obok linijka długości 20 cm).

W wypadku, gdy w skład danej pary grzybów, atakujących drewno odziomka, wchodził *Polyporus radiatus*, zgnilizna sięgała zawsze w pniu do znacznej wysokości, przy czym górna partia pnia była opanowana prawie zawsze przez *P. radiatus*. Dowodziłoby to silnej energii wzrostowej tego grzyba w drewnie badanych olsz, przewyższającej znacznie siłę rozwojową innych grzybów, wymienionych w tabeli 4. To z kolei pozwala sądzić, że oba grzyby nie zawsze musiały równocześnie wywoływać infekcję w pniu. Grzyb o mniejszej energii rozwojowej musiał niekiedy wcześniej to uczynić. W przeciwnym bowiem razie nie mogłoby dojść do tego, by np. w drzewie nr 27 grzyb *Stereum frustulosum* opanował większą (2/3) powierzchnię poprzecznego przekroju odziomkowego niż szybciej rozwijający się od niego *P. radiatus*.

Grzyb *St. frustulosum* zresztą musiał odznaczać się wyjątkowo powolnym rozwojem w drewnie badanych drzew. Na 13 drzew bowiem, z których odziomków wyosobniono jego grzybnię, tylko w 5 wystąpił on samotnie, w pozostałych 8 natomiast wspólnie z innym grzybem, najczęściej zaś z *P. radiatus* (w 5 drzewach). Widocznie energia wzrostowa tego grzyba była tak mała, że nawet przy wcześniej wywołanej infekcji nie pozwalała mu ona na tak silne opanowanie drewna twardzielowego w odziomku odrośli, które by — na wypadek powtórnej infekcji drewna tego samego odziomka przez szybciej rozwijający się od niego np. *P. radiatus* — uniemożliwiło temu ostatniemu rozłożenie większej partii drewna. Tylko też

w jednym wypadku (drzewo nr 1) *St. frustulosum* opanował większy odcinek pnia w odziomku niż konkurujący z nim *P. radiatus*. W pozostałych wypadkach natomiast gatunki konkurujące znacznie górowały nad *St. frustulosum*.

Te same uwagi odnoszą się po części również do *Stereum rugosum* (drzewo nr 17) czy *Pholiota mutabilis* (drzewo nr 44).

STRESZCZENIE I WNIOSKI

Terenem badań, omówionych w niniejszej publikacji, był 51-letni odroślowy drzewostan olszy czarnej w Wesołej k. Siemianic, silnie opanowany przez grzyby niszczące drewno. Większość drzew w powyższym drzewostanie miała silnie wynurzony nad powierzchnię gleby tzw. szczudłowy system korzeniowy.

Chcąc dokładniej przeanalizować warunki zdrowotne wycięto ogółem 190 drzew. Z tego 137 drzew przeanalizowano szczegółowo. Zmierzono ich wysokość, pierśnicę, określono stopień wynurzenia systemu korzeniowego nad powierzchnię gruntu, posługując się 3-stopniową skalą. Prócz tego u wszystkich drzew oznaczono zasięg zgnilizny i jej stadium rozwojowe przy pomocy 4-stopniowej skali.

Sprawców zgnilizny identyfikowano przy pomocy metody pożywkowej. W wypadku braku grzybni porównawczej w kolekcji czystych kultur oznaczano patogena na podstawie owocników, wyhodowanych w warunkach laboratoryjnych.

Wnioski z badań przedstawiają się następująco:

1. Na 137 szczegółowo zbadanych drzew 17 było zupełnie zdrowych, 18 zawierało zgniliznę w początkowym (I), 31 w pośrednim (II), 51 w końcowym stadium rozwojowym, a 19 w stadium wtórnego rozkładu (IV) przez saprofity.

2. Zgnilizna sięgała zwykle bardzo wysoko w pniu, dochodząc w niektórych drzewach do 13 m wysokości.

3. Infekcja następowała przeważnie przez pniaki macierzyste lub martwe korzenie przybyszowe. Wskazywała na to między innymi wyraźna korelacja pomiędzy stopniem opanowania pnia przez zgniliznę, a między stopniem wynurzenia systemu korzeniowego nad powierzchnię gruntu. Większość drzew zdrowych, powstała z niewielkich pniaków macierzystych, odznaczała się systemem korzeniowym normalnie zagłębionym w glebie. Były one też przeciętnie grubsze niż wyrosłe z dużych pniaków macierzystych drzewa odroślowe ze szczudłowym systemem korzeniowym, wystającym ponad powierzchnię gleby na 1—1,5 m wysoko. Wszystkie drzewa ze szczudłowym systemem korzeniowym posiadały w odziomku przeważnie silnie zaawansowaną zgniliznę.

4. Dla scharakteryzowania stopnia opanowania grupy drzew przez zgniliznę użyto wskaźnika nasilenia zgnilizny (*W*), obliczonego ze wzoru, w którym wzięto pod uwagę stadium rozwojowe zgnilizny na przekroju odziomkowym, wysokość stożka zgnilizny w pniu każdego drzewa, zaliczonego do danej grupy drzew oraz ilość drzew (tak zdrowych, jak chorych) w grupie.

5. Głównym sprawcą zgnilizny okazał się *Polyporus radiatus* (Sow.) Fr. Wywołał on zgniliznę u 107 drzew, podczas gdy *Stereum frustulosum* (Pers.) Fr. wywołał zgniliznę u 13, *St. rugosum* (Pers.) Fr. u 12, *St. purpureum* Pers. u 7, *Pholiota mutabilis* (Shaeff.) Quél. u 8, *Flammula conissans* (Fr.) Gill. u 8, *Armillaria mellea* (Vahl.) Quél. u 5, *Ganoderma lucidum* (Leyss.) Karst. u 3 drzew. Grzyby *Stereum hirsutum* (Willd.) Fr., *Pholiota aurivella* (Batsch) Quél. *Flammula flavida* (Schaeff.) Quél., *Collybia velutipes* (Curt.) Quél., *Nematoloma fasciculare* (Huds.) Karst., *N. sublateritium* (Schaeff.) Fr., *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) Quél. wywołały zgniliznę każdy w jednym drzewie, a niezidentyfikowany grzyb nr 223 w 11 drzewach. W 12 drzewach nie zidentyfikowano sprawców zgnilizny.

6. W 22 drzewach zgniliznę wywołały dwa lub trzy grzyby. Z tego w 8 drzewach partie drewna opanowane przez różne grzyby występowały na różnych wysokościach (tabela 3), a w 14 drzewach zawsze na tej samej wysokości w odziomkowej części pnia (tabela 4).

7. Najczęściej obok siebie występowały zgnilizny, wywołane przez *P. radiatus* i *St. frustulosum*, przy czym partie drewna opanowane przez oba grzyby stykały się ze sobą na stosunkowo niewielkim odcinku, nie przekraczającym 1—2 m długości. Oddzielone były od siebie jedynie cieniutką warstewką ciemnej grzybni, widoczną na poprzecznym przekroju pnia jako cienka czarna linia.

8. Obserwacje nad zasięgiem zgnilizny, wywołanej przez oba grzyby w pniu, dowodzą tego, że grzybnia *P. radiatus* musiała odznaczać się kilkakrotnie silniejszą energią rozwojową w drewnie badanych olsz od grzybni *St. frustulosum*.

Stacja Ochrony Lasu i Fitopatologii
Poznańskiej WSR w Siemianicach

(Wpłynęło 26.X.1954 r.)

SUMMARY

The author gives a description of the investigations carried out in one 51-years-old sprout alder stand. Strong protruded above the ground level and stilted root system characterized the greater part of its trees. Hundred-ninety sprout trees wese examined to explain the causes of high

number of decay cases observed. Their height and diameter at breast height were measured and also the degree of protruding of root systems above ground level estimated. Moreover in sprouts affected with decay the source of infection was traced and the stages and the upper limit of decay found by sawing and splitting sections of the trunk. Height of decay was measured to the highest point of evident incipient decay. Specimens were taken from all sprouts decayed for culturing. The culture methods were used for the identification of decay fungi. The results may be summarized as follows:

Of hundred-thirty-seven sprouts tested — 17 appeared healthy, 18 contained the incipient stage of decay on cross section surface at stump height, 31 — the intermediate and 51 the final one while 19 trees possessed also the final stage of heart-rot discoloured by various fungi belonging to the *Dematiaceae*.

The average height of evident decay, caused by respective fungus species with 190 sprouts tested ranged from 1 to 6.9 m above root collar, the maximum one from 1 to 13 m.

From the 195 decay cases in which the causal fungus was identified — 92 percent of the fungi entered the sprout from the parent stump or the dead adventious roots, and 8 per cent through other ways.

Decay incidence was correlated with degree of protruding of root system above ground level. All sprouts with stilted, from 1 to 1.5 m above ground high root system were affected with butt rot. On the other hand root system normally situated below ground level characterized 82 per cent of trees without butt rot. Trees with roots below ground level were also thicker than those with stilted ones.

To estimate the extent of heart-wood destroying within three groups of trees, distinguished according to protruding their roots above ground level, the decay intensity indicator (W) was used. It was calculated with help of a formula, in which the stage of decay on cross-section cut at stump height (s), the height of linear extent of evident decay above root collar (h) and the number of trees within group (n) were considered.

The value of indicator W increased from 2.02 in the group of sprouts with roots below ground level to 13.87 in that with roots moderately protruded above ground level and to 24.76 in that with stilted ones.

Four fungus species were responsible for 77 percent of butt rot cases. *Polyporus radiatus* (Sow.) Fr. was isolated in 56 percent, *Stereum frustulosum* (Pers.) Fr. in 7 percent and *Stereum rugosum* and an unindentified fungus No. 223 each in 6 percent of the decay cases determined. The remaining 23 percent consisted of 12 fungus species.

In 22 cases were two or three species of decay fungus isolated from the same sprout. In 8 of these sprouts no two fungi were found to have occurred at the same height (Tab. 3). From butt of remaining 14 sprouts two various species of heart-rotting fungi were isolated from decayed wood near root-collar. Both decays of *P. radiatus* and of *St. frustulosum* were found to extent most frequently in the butt of the same sprout. The maximum distance above root-collar at which decays of these fungi touched with themselves ranged from 0.5 to 2 m. A black narrow zone, viewed on a cross-section cut as fine black line separated the wood portion affected by *P. radiatus* from that of *St. frustulosum*.

Considerable difference in the extent of decay in sprout affected by both fungi showed that the rate of growth of *P. radiatus* in wood of the stand studied was very rapid and that of *St. frustulosum* very slow.

LITERATURA

Badcock E. C., 1941, New methods for the Cultivation of Wood-rotting Fungi, „Trans. Brit. Mycol. Soc.", 25, 200—205.

Badcock E. C., 1943, Methods for obtaining Fructifications of Wood- rotting Fungi in Culture, „Trans. Brit. Mycol. Soc.", 26, 127—132.

Cartwright K. St. G. and Findlay W. P. K., 1944, Decay of Timber and its Prevention, London.

Hopp H., 1938, The Formation of colored Zones by Wood-destroing Fungi in culture. „Phytopathology", XXVIII, 601—620.

Łopuski J., 1938, Olsza poleska, „Sylwan", LVI, Nr 1—2, 17—30.

Roth E. R. and Sleeth B., 1939, Butt rot in unburned Sprout Oak Stands „U.S. Dep. of Agric. Techn. Bull." no 684, Washington, D.C.

Suchecki K., 1937, Ze studiów nad produkcją drewna olszy czarnej. „Sylwan", LV, Nr 1, 1—29.

Westveld R. H., 1929, Seedlings and Sprouts have different value... „Mich. Agr. Exp. Sta. Quart. Bull.", 12, 7—9.

Morozow G. F., 1953, Nauka o lesie, PIWRL, Warszawa.

BOTANICORUM POLONIAE
ACTA SOCIETATIS
Vol. XXIV — Nr 2
1955

Cytogenetic relations of *Geum macrophyllum* Willd. with *G. perincisum* Rydb. and *G. oregonense* Rydb.

W. GAJEWSKI

A species of *Geum* from the *Eugeum* subgenus grows in North America and has a wide distribution area from Alaska to California. It was first described by Willdenow in 1809, as *Geum macrophyllum*. However, on the enormous areas of the North American continent the species is greatly differentiated and as a result some lower systematic units were distinguished in it. Various workers according to their personal opinion distinguished within the species varieties, subspecies and even separate related species.

It is characteristic for *Geum macrophyllum* that the terminal leaflet of the caudical leaves is large, round or reniform, often with three lobes, and shallowly serrate. *G. perincisum* Rydb. deviates markedly from this type. It was described in 1913 in the North American Flora by Rydberg, who classified it as a new species. *G. perincisum* Rydb. has more elongated leaves and deeply incised terminal leaflets with deeply incised and sharply serrate lobes. It can be seen on the accompanying maps that the distributional area of this species is more continental than that of *G. macrophyllum*. Finally, it was also Rydberg who in 1898 described and classified as a separate species *G. oregonense*. In this species the shape of the leaves is as if intermediate between that of *G. perincisum* and *G. macrophyllum*. *G. oregonense* grows on high mountain meadows of the Pacific coast of America.

These species classified separately by Rydberg met with controversial opinions of later authors. For instance Raup (1931) thinks that *G. perincisum* is only a variety of *G. macrophyllum* and that *G. oregonense* is a synonym for *G. perincisum*, finding no sufficient reason for distinguishing between the two. Hultén (1945) in his Flora of Alaska and the Youkon on the ground of their different distributional areas, considers *G. perincisum* to be a subspecies of *G. macrophyllum*. He makes no distinction between *G. oregonense* and *G. perincisum*, treating them synonymously. Fernald in the last edition of Gray's Manual seems to find no diffe-

rence between *G. oregonense* and *G. perincisum,* while Abrams (1944) in his Flora of the Pacific States of the U.S.A. mentions only *G. macrophyllum.* On the other hand, Bolle (1933) in his monograph of the genus *Geum* distinguishes as a separate species only *G. oregonense,* while *G. perincisum* he describes as a form of *G. macrophyllum.*

This short and incomplete review makes apparent the controversies on the systematic positions of the three taxa and discloses the lack of decided opinions on the subject in taxonomic literature.

The distributional area of *G. macrophyllum* spreads from Alaska through the Aleutian Islands to the Asian continent, where the species can be found in Kamtchatka, on the Commander Islands, north Kurile Islands, and probably also on north Sakhalin. On the south Kurile Island, Sakhalin, Yezo, and in the mountains of north and central Honshu in Japan grows a species closely related to *G. macrophyllum* and described as *Geum Fauriei* by Leveillé in 1910. Morphologically this species is related on the one hand to *G. macrophyllum* and on the other to *G. japonicum* Thunb. which grows in Japan, China, and Korea. Because of this the Japanese botanists classified this species together with and as a variety of either *Geum japonicum* or *G. macrophyllum.* For instance Koidzumi classified it with the first species as *G. japonicum* var. *sachalinensis* Koidzumi in Bot. Mag. Tokoyo 29 : 157 (1915) and Hara classified it lately with the latter as *G. macrophyllum* Willd. var. *sachalinensis* (Koidzumi) Hara comb. nov. As in my cultures I have the species *G. Fauriei* I was able to ascertain that it is dodecaploid with 2n = 84 and differs from *G. macrophyllum* and *G. japonicum* both with 2n = 42. *G. Fauriei* displays the characters of both *G. macrophyllum* and *G. japonicum* and its distributional area lies between the regions occupied by the two other species. It seems very likely that *G. Fauriei* is an amphiploid the parent forms of which were *G. macrophyllum* and *G. japonicum.*

The fact that I have in my cultures *G. macrophyllum, G. perincisum,* and *G. oregonense* led me to an investigation on the mutual cytogenetic relations of the three species. Such an investigation may throw a new light on the nature of these taxa and help to establish their proper systematic rank as well as to explain the occurrence of the intermediate forms in natural conditions. The really slight differences between these taxa and the intermediate forms which sometimes appear in Nature may render the task of distinguishing between them solely on morphological grounds very difficult. In such conditions cytogenetic studies may be an aid in establishing the rank of these systematic units. The present paper is nothing more than an introductory study on this group, and as my work was carried out far from the territories where the plants appear, I could not fulfil the numerous conditions necessary for a full study of the pro-

blem. Thus, it was impossible for me to investigate on the spot the geographical distribution of the plants, their ecological requirements, and the possible appearance of hybrids in natural conditions. I was also unable to obtain a sufficient amount of live material from various points of the enormous area occupied by the plants. It is of course obvious that all these points are essential for a detailed investigation, but nevertheless I decided to publish this report on the results which I obtained in the course of a wider study on the whole genus. To such a decision I was led by the hope that this paper will bring the attention of American botanists to this very interesting group of plants. If this aim will be achieved the publication of this report will, I am convinced, prove its utility.

I. DESCRIPTION OF THE SPECIES

The three taxa referred to in this investigation are morphologically very closely related and vary mainly by the shape of their caudical and



Fig. 1. *Geum macrophyllum* Willd.

stem leaves. There are also slight differences in the degree of pubescence, the size of the petals, rostrum length etc. For Bolle the presence of glandular hairs on the floral peduncles in *G. oregonense* and their absence in *G. macrophyllum* is presumably, a distinguishing feature between the two species. However, in some specimens of both *G. macrophyllum* and *G. perincisum* glandular hairs do appear also on the floral peduncles. When describing these plants it is difficult to define the features which distinguish them from each other, but when one sees them growing in cultures, one beside the other, there can be no doubt that they are three various taxa.



Fig. 2. *Geum oregonense* Rydb.

The plants in question were obtained from the following sources:

1. *G. macrophyllum* Willd. was raised from seeds obtained from the Botanical Gardens in Kew and Copenhagen. The plants were very much alike and fully corresponded to the description of the species. Unfortunately none of the plants came from their natural habitats. Plants raised

in gardens were exactly like herbarium specimens collected on the natural habitats. As all the hybrids of *G. macrophyllum* with the other *Eugeum* species are sterile it can be assumed that, in spite of their garden origin, the plants were of a „pure" species.

2. *G. oregonense* Rydb. was grown from seeds collected on a herbarium specimen, the origin of which was defined as Lost Creek Bridge, Haydn division, Medicine Bow Forest, Carbon County, Wyoming, Elev. 8000 ft. 5 Aug. 1946 — The Rocky Mountains Herbarium, University of



Fig. 3. *Geum perincisum* Rydb.

Wyoming, Laramie, Nr. 4085 Collect. et determ. C. L. Porter. The seeds were collected in 1948 from the herbarium at the University of Uppsala and their germination was very good. In the herbarium the plant was classified as *G. macrophyllum* though it was a very characteristic specimen of *G. oregonense.*

3. *G. perincisum* Rydb. was grown from seeds collected on natural habitats and obtained from the Botanical Garden in Montreal. The

seeds were collected in Canada from habitats 1) in Yellowknife on the shores of Great Slave Lake and 2) near Grand Lac de l'Ours. The appearance of plants from these two habitats is very characteristic for *G. perincisum,* their leaves are deeply incised and the differences between them are negligible.

The differences in the outward appearance of the plants from the three species are well illustrated by the photographs of the whole plants (Figs. 1, 2, 3) and of the caudical leaves (Figs. 7, 8, 9). The *G. perincisum* raised in my cultures and represented in Fig. 3 may be considered as belonging to the typical variety with deeply incised leaves. In some herbaria it is classified as *Geum perincisum* var. *perincisum* (Plantes de la Saskatchewan, Canada District de North Battleford No 6814, Lac Makawa, leg.:

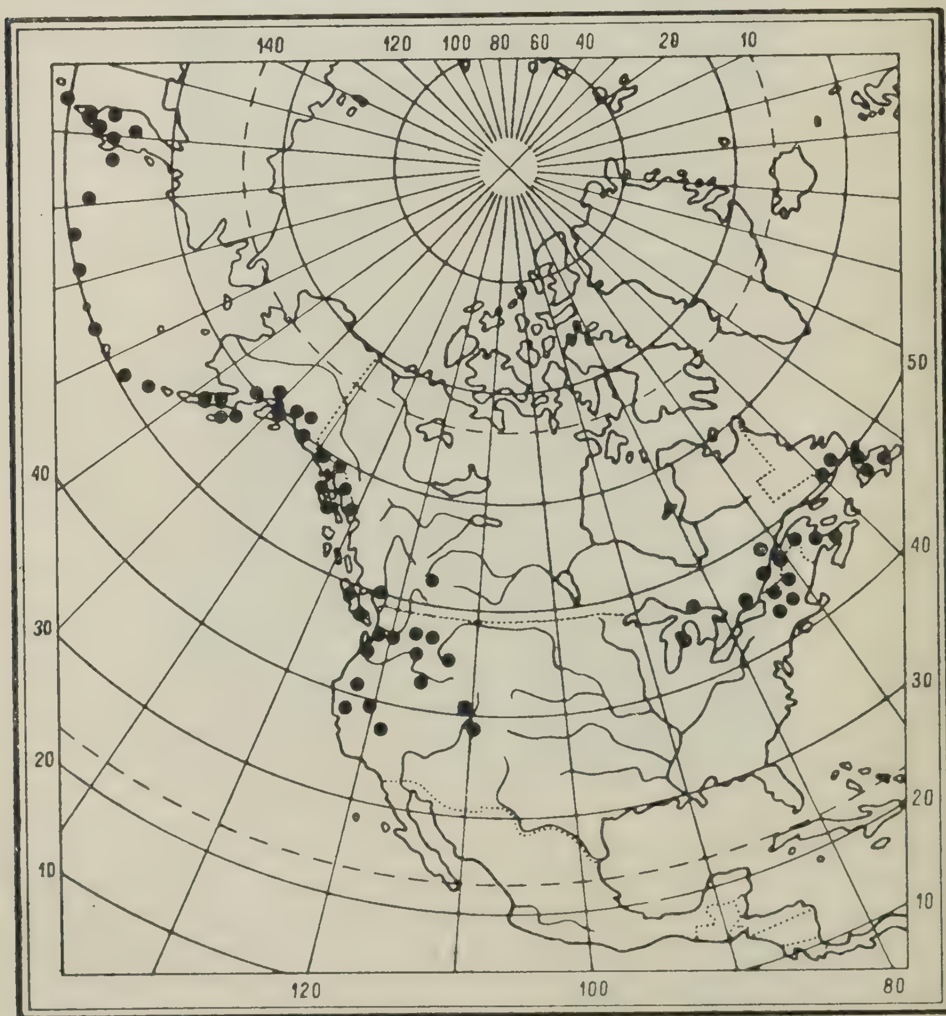


Fig. 4. Distribution map of *G. macrophyllum* Willd.

Bernard Boivin). Another specimen which I have seen had also been collected in Saskatchewan and was classified by Boivin as *G. perincisum* Rydb., var. *intermedium* var. nov. (Plants of Saskatchewan No. 4249, Cypress Hills Park, Sask.). The leaves of this specimen were less incised, it resembled some of the hybrids obtained from crosses of *G. macrophyllum* with *G. perincisum*, and indeed it may be descended from such a hybrid.

The three investigated taxa differ considerably in their ecological requirements as well as in their distributional areas. *Geum macrophyllum* usually grows in thickets and forests and is widely spread in the plains and at low altitudes in the mountains. *G. perincisum* grows on low lying plains, mainly in the northern areas of North America, while *G. oregonen-*

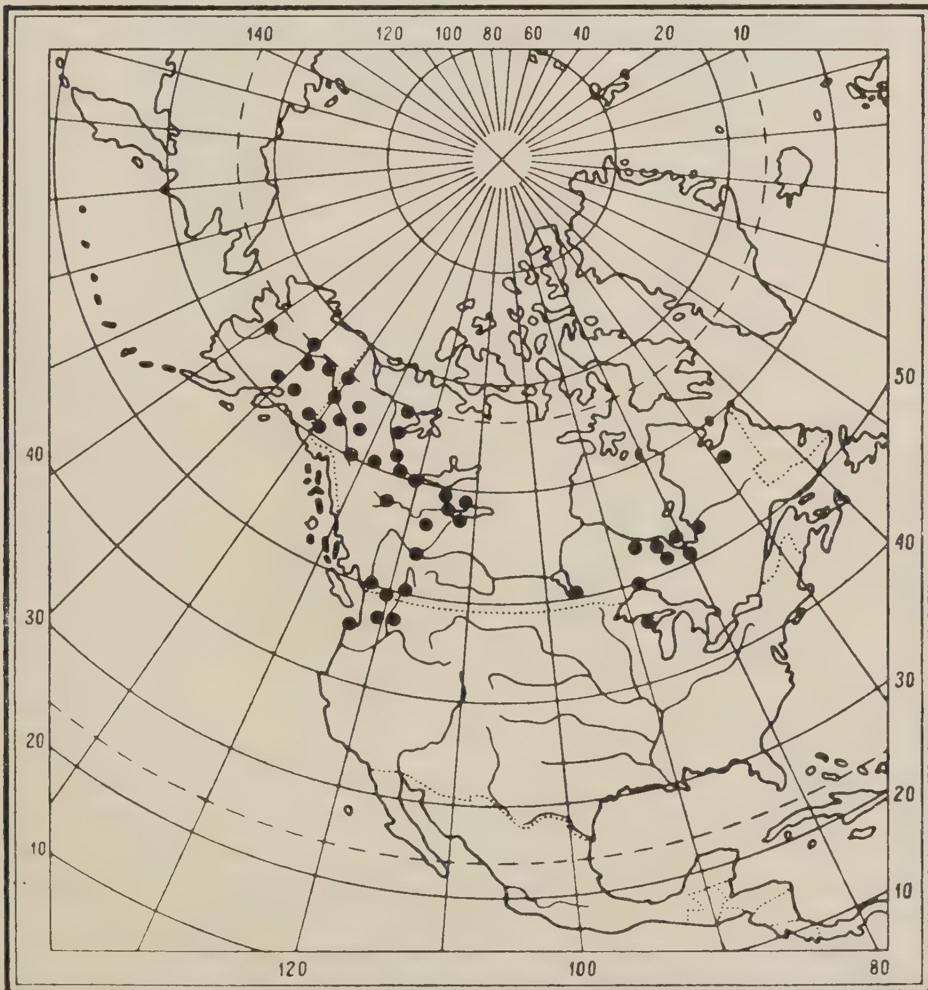


Fig. 5. Distribution map of *G. perincisum* Rydb.

se seems to be entirely a mountain species growing on mountain meadows at altitudes of more than 2000 m.

Because of the controversial opinions it is very difficult to establish the distribution of the three species. The accompanying distribution maps (Figs 4, 5, 6) are not fully complete. The *G. perincisum* distribution map I owe to Dr Marcel Raymond from the Botanical Garden in Montreal who very kindly sent me a point map marking the habitats of the species in Canada and Alaska. The more southern habitats in the Pacific States of the United States are after Raup (1931) who published a distribution map of "*G. macrophyllum* var. *perincisum*". However, Raup makes no distinction between *G. perincisum* and *G. oregonense*

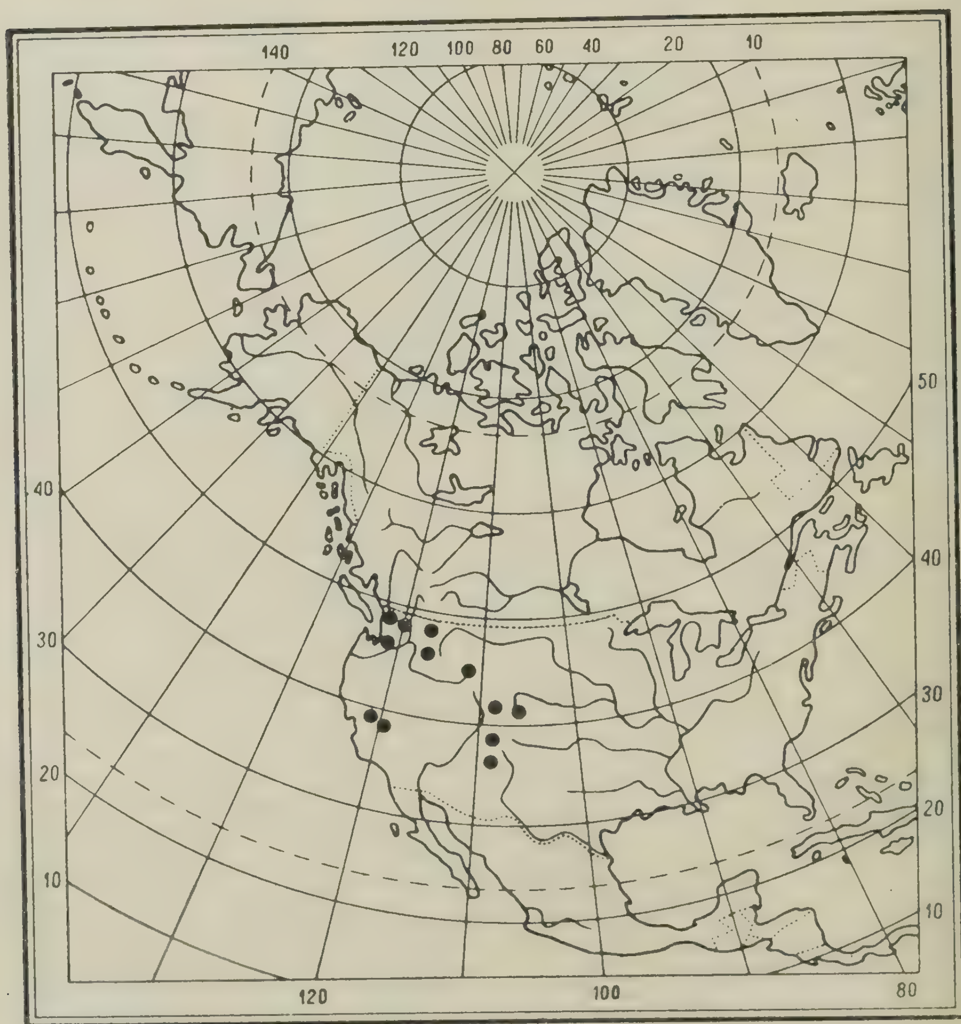


Fig. 6. Distribution map of *G. oregonense* Rydb.

and it seems therefore very likely that these southern habitats refer rather to the latter than to the former of these species. Among the many herbarium specimens which I examined in the herbaria of Uppsala, Lund, Stockholm, Goteborg, Copenhagen, Kraków, Wrocław and Warszawa I found not one specimen of *G. perincisum* which had been collected in



Fig. 7. Basal leaves of *G. macrophyllum* (right), *G. perincisum* (left) and of F_1 hybrid (centre).

the Pacific States of the U.S., all the herbarium specimens collected in these states were either *G. macrophyllum* or *G. oregonense*. It seems that in the Unites States *G. perincisum* grows only in the States of Michigan, Washington and Montana, and nowhere else. On the other hand I found in the herbaria numerous specimens of *G. perincisum* collected in Canada in the provinces of British Columbia, Alberta, Ontario, Quebec and Saskatchewan.

The distribution map of *G. macrophyllum* was plotted from that made by Raup (1931) and from the data on the distribution of this species in Alaska and on the Kurile Islands assembled by Hultén (1930, 1946) in his floras of Kamtchatka and Alaska and Youkon. Moreover I added to the map the positions of numerous habitats from which the specimens in the above listed herbaria were collected. The territories from which *G. macrophyllum* specimens in the herbaria were obtained, were: in Canada, the provinces of Quebec, Ontario, British Columbia and Newfoundland;



Fig. 8. Basal leaves of *G. macrophyllum* (left), *G. oregonense* (right) and of F_1 hybrid (centre).



Fig. 9. Basal leaves of *G. oregonense* (left), *G. perincisum* (right) and of F_1 hybrid (centre).

in the United States, the States of New Hampshire (White Mts), New York (Essex Co.), Washington (Spokane Co., Tucoma Co., Seattle, Lincoln Co., Chehalis Co., King Co., Klickital Co., Vancouver Isl.), Montana (Beaverhead Co., Missoulu Co.), Wyoming (Teton Co., Sheridan Co.), Oregon (Sunvie's Isl.), Idaho (Krotinai Co., Latch. Co.), Utah (City Creek Cañon), Colorado (Larimer Co., Feta Pass), Nevada (Washoe Co.) and California (Esmeralda Co., Siskiyou Co.). Finally numerous *G. macrophyllum* specimens from Alaska, Kamtchatka and the Behring Island are to be seen in the herbarium in Stockholm. All these habitats from North America lie approximately within the distributional area as given by Raup in his map.

The distribution of *G. perincisum* is far more continental than that of *G. macrophyllum*. The latter species occupies a large disjunctive area one part of which extends over the Pacific coast of North America from California to Alaska and through the Aleutian Islands to north-eastern Asia and the other forms a distribution island on the Atlantic coast of America, stretching from Newfoundland to the State of New York and to the Great Lakes.

The most difficult to establish is the distribution of *G. oregonense*. It extends probably over a large territory in the Rocky Mountains from Colorado and California to the States of Washington and Montana and maybe to the Rocky Mountains in Canada. Hultén (1946) reports that specimens of *G. oregonense* may even be found in Alaska. However, as this species was not distinguished from *G. perincisum* there is no sufficient data on its distributional area. The map here reproduced is based only on the habitats as given by herbaria. In the U.S. these habitats are situated in the States of: Washington (Okanogan Co., Spokane Co., Ferry Co.), Montana (Blankinship, Boreman), Wyoming (Yellowstone Nat. Park, Albany Co., Laramie Co., Carbon Co.), Nevada (Washoe Co.) and Colorado (Beaver Creek). Moreover, Bolle (1933) reports on herbarium specimens of this species collected in California (Plumas Co.).

To establish the exact distributional area of *G. oregonense* a critical study on a large number of herbarium specimens is needed, and special attention should be given to *G. perincisum* x *G. macrophyllum* hybrids which may resemble morphologically *G. oregonense*.

From the data now available it seems that the distributional area of *G. oregonense* lies within that of *G. macrophyllum* though it is very likely that considerable differences exist in the vertical distribution of the two species. On the whole *G. perincisum* is the most isolated geographically though all the three species have distributional areas more or less overlapping in many places.

The three taxa in question differ by their ecological requirements and their distributional areas. They also differ morphologically mainly by the shapes of the caudical and stem leaves. In *G. macrophyllum* in caudical leaves the terminal leaflet is big, round or reniform, has three shallow incisions and a cordate, shallowly and widely serrate base. The much smaller lateral leaflets are numerous, close together and also rounded. The caudical leaves of *G. oregonense* have a deeply and sharply serrate terminal leaflet smaller than in *G. macrophyllum* with a rhomboid base and usually three deep incisions. The lateral leaflets are fewer, their shape is that of an ovoidal rhomboid and they are sharply and deeply serrate at the ends. The *G. perincisum* caudical leaves have tripartite terminal leaflets with deeply incised, sharply serrated lobes. Similar variations are to be observed in the lateral leaflets. In the case of all these three species a strong leaf rosette appears in the first year of plant life. During the next year numerous floral stems grow out from the leaf axils on the caudex. Though these are perennial plants, they usually perish in culture conditions after flowering for 3—4 seasons. The floral stems are robust, thick and terminated by multifloral inflorescences . Stem and leaves are covered equally by dense, pricky bristles. The floral stems of *G. perincisum* are markedly longer than those of the two other species. The floral stem lengths were during seeding in 1951:

G. macrophyllum,	maximum length	85 cm,	mean length	80 cm
G. oregonense,	,, ,,	100 ,,	,, ,,	92 ,,
G. perincisum,	,, ,,	115 ,,	,, ,,	98 ,,

In all the three species the stems are multifoliate. The lower leaves are multifoliolate, while the middle and the upper ones are trifoliolate, all have stipules. The lower parts of the stems are covered with outstanding bristles and on the upper parts of stems there are many short, soft hairs. Glandular hairs often grow on the floral peduncles and on the styles. Glandular hairs are much more common on the floral peduncles in *G. oregonense* than in *G. perincisum* and *macrophyllum*. The anthocyanin is much more abundant in the stems of *G. perincisum* than in the other two species. The stems of all three taxa are branched. Usually the inflorescence of *G. macrophyllum* and *G. oregonense* is composed of 13—15 flowers and that of *G. perincisum* of 7—9 flowers. In *G. macrophyllum* at anthesis the floral peduncles are very short and the inflorescence forms a tight pseudoumbellum; it is not till when the seeds begin to set that the floral peduncles elongate to the length of 4—5 cm. In *G. perincisum* and *G. oregonense* the floral peduncles begin to grow out already at athensis and at fruiting their lengths are 7—8 cm and 10 cm respectively.

The flowers of all the three taxa are very much alike and they vary only by the size and the colour of petals which have a yellow tint more pale in *G. oregonense* than in *G. macrophyllum* and *perincisum*. The dimensions of the petals are:

Length in mm	4	5	6	7	8	9
G. macrophyllum	4	19	3			
G. perincisum		4	50	4		
G. oregonense		4	13	19	3	
Breadth in mm						
G. macrophyllum	21	4				
G. perincisum	9	31	9			
G. oregonense			4	27	8	

It appears from the table that the petals of *G. oregonense* are the largest (though Bolle states that they are smaller than those of *macrophyllum*), and that *G. macrophyllum* petals are the smallest. However, these differences are not considerable and it appears from herbarium specimens that within the species *G. macrophyllum* there are various forms with different petal size.

The receptaculum of all the three species is long and cylindrical, it grows out directly from the flower or from a short, 0.3—0.5 mm long gynophore. The receptaculum length in *G. macrophyllum* and *G.oregonense* is 9—10 (12) mm, *G. perinsicum* it averages at 10—11 mm. To the receptaculum numerous small achenes are attached. In *G. macrophyllum* the number of achenes is 150—200 and the average number is approximately 180, while in *G. perincisum* and *G. oregonense* the achenes are more numerous and there are up to 230 or an average 200 of them on one receptaculum. The ripe infructescense is usually elongated, oval or ovoid, in *G. perinsicum* it is usually more elongated than in the remaining two taxa. The achenes have an elongated base, they are spindle-shaped, covered with numerous bristles and short hairs, and approximately 3 mm long. At the top of the achenes there is a hooked rostrum from which the stigmatic part tends to fall off. The length of the stigmatic part is approximately 1.5 mm and is more or less equal in all the three taxa. The rostrum length varies considerably in the three kinds of plants and is in:

G. macrophyllum	from 3	to	4.5 mm	mean	4.1 mm
G. perincisum	„ 2	„	3.5 mm	„	2.8 mm
G. oregonense	„ 3.5	„	5.0 mm	„	4.6 mm

The fertility of the three taxa cultivated in Warsaw is high and usually surpasses 90%.

II. F_1 AND F_2HYBRIDS OF *G. MACROPHYLLUM, PERICISUM* AND *OREGONENSE*

The F_1 generation

During the years 1948 to 1950 I made repeated crosses between the three taxa and I obtained the three possible hybrids in either direction. There are no significant differences between the reciprocal hybrids and no distinct intersterility barriers between the three taxa. The drop in seed setting after cross pollination is small and seed setting is at 75—80% of normal. The aspect of the hybrid seeds is normal, they are full, well grown and have a high and quick germination rate of 80% and more. The hybrid plants are very vigorous throughout their lives from the young seedling and rosette stage to the later developmental stages, they blossom and seed abundantly. The F_1 show the very characteristic hybrid vigour and often surpass the parent forms by the size of leaves, the height of stems and the number of flowers on the stems. For instance, the length of a caudical leaf in the F_1 *G. macrophyllum* × *perincisum* hybrid may be as much as 40 cm and the terminal leaflet is 18 cm long and 20 cm broad, while F_1 *G. macrophyllum* × *oregonense* hybrids have caudical leaves which may reach 48 cm in length with terminal leaflets 12 cm long and 20 cm broad. The length of the stems is also much greater than the length of stems in the parent forms, e. g. in 1951 the length of the stems in the F_1 *G. macrophyllum* × *perincisum* hybrids ranged from 120 to 135 cm, the average being 130 cm. In this last case the number of flowers on each stem was 21—25.

The shape of the caudical and stem leaves in the hybrids as shown in Figs 7—9 is approximately intermediate between the two parent forms. The photographs in Figs 7, 8 a. 9 show that the leaves of the F_1 *G. macrophyllum* × *perincisum* hybrid are shaped somewhat like the leaves of *G. oregonense*. The size of the petals in the hybrids is given by the following table:

Length in mm	4		5		6		7		8		9		10
F_1 *macrophyllum* × *oregonense*				2		8		10		22		1	
F_1 *macrophyllum* × *perincisum*				9		43		7					
F_1 *oregonense* × *perincisum*								14		18		17	
Breadth in mm													
F_1 *macrophyllum* × *oregonense*						8		23		12			
F_1 *macrophyllum* × *perincisum*		4		30		21		3					
F_1 *oregonense* × *perincisum*						10		25		9			

When the dimensions of the petals in the hybrids and in the parent species are compared it appears that in crosses of *G. macrophyllum* with *G. oregonense* or *G. perincisum* the petal size is more related to the latter two species. The shape and the size of the achenes, the rostrum and the stigmatic part are in the hybrids intermediate between the parent forms. There is a marked drop in pollen and achene fertility in all the three hybrids.

Hybrids	Pollen fertility %	Achene fertility %
F_1 *macrophyllum* × *perincisum*	53,1	32,1
F_1 *macrophyllum* × *oregonense*	54,6	40,3
F_1 *perincisum* × *oregonense*	47,3	46,2

This percentage data were computed from numerous countings during several seasons.

The F_2 generation

In 1954 I had F_2 generations derived from each of the F_1 crosses by mutual pollination of several specimens in each F_1 group. In the F_2 there is in respect to F_1 an appreciable drop in the viability and the vigour of



Fig. 10. Basal leaves of some F_2 hybrids *G. macrophyllum* x *perincisum*.

the plans. Some 10—15% of the plants developped feebly and finally perished at various developmental stages. However, among those which survive numerous specimens resemble the F_1 plants in their vigorous development and abundant flowering and seeding. In F_2 there is a mark-



Fig. 11. Basal leaves of some F_2 hybrids *G. macrophyllum* x *oregonense*.



Fig. 12. Basal leaves of some F_2 hybrids *G. oregonense* x *perincisum*.

ed segregation in respect to the shape of caudical and stem leaves. In spite of the small number of F_2 individuals — about 50 in each of the three groups — some of them resemble greatly the parent forms; e. g. 2 out of the 42 F_2 plants derived from a cross between *G. oregonense* and

G. perincisum had leaves very like the leaves of *G. perincisum*. The nature of the segregation in the F_2 leaf shape is represented in Figs 10—12. In F_2 plants segregation within the limits of parent forms is also apparent in respect to such characters as the length of stems, blossoming date, petal size and the shape of the achenes.

The pollen and achene fertility in F_2 may be judged from the table below:

Fertility %		10	20	30	40	50	60	70	80	90
F_2 *macroph.* ×	pollen			3	11	6	10	14	5	5
perincisum	achenes			5	5	4	10	17	11	2
F_2 *macroph.* ×	pollen		1	3	4	10	16	7	5	2
oregonense	achenes		4	2	4	10	13	11	2	2
F_2 *oregonen.* ×	pollen				3	5	12	6	7	9
perincisum	achenes				2	7	3	15	9	6

It is apparent from this table that pollen and achene fertility of most plants in the F_2 progeny of each of the crosses is higher than in the corresponding F_1 hybrids. In some of these plants the fertility is almost normal, above 80%. There seems to be no correlation between the higher seed fertility and the general appearance of plants more related to the parent type. For instance in the F_2 progeny of *macrophyllum* × *perincisum* from a group of 10 individuals with an achene fertility over 70% only two had leaves resembling the *perincisum* type, the leaves on the remaining plants were of the F_1 type. On the other hand, among 14 plants in which the achene fertility was 20—40% two had leaves related to *perincisum* and the leaves on the remaining plants were related to F_1.

III. CYTOLOGICAL CONDITIONS WITHIN THE GROUP

All the three taxa are hexaploid with 2n = 42 and in Figs 13 a. 14 may be seen metaphase plates of the first PMC division with 21 bivalents from

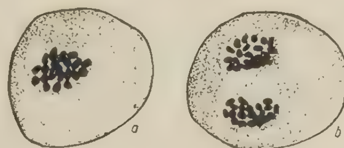


Fig. 13. *G. perincisum* R y d b.: a — metaphase I with 21 bivalents, b — anaphase I with 21 chromosomes in both groups.

G. perincisum a. *G. oregonense*. The course of meiosis in *G. macrophyllum* was already published (W. G a j e w s k i 1949, 1953). The course of

meiosis in the parent species is absolutely normal and only in 2—3% of *G. oregonense* PMC's one or two chromosome bridges are visible at anaphase. They may be the result of inversions. Also in the PMC's of the F_1 hybrids meiosis develops very normally, only in some PMC's a few univalents may sometimes be found at metaphase I. Among 165 PMC's of the F_1 *macrophyllum* x *perincisum* hybrid at the M I stage only 3 cells with 2 univalents and one cell with 4 univalents were found, in the remaining 161 PMC's the course of meiosis was as normal as in the parent species. In the F_1 *G. macrophyllum* x *oregonense* hybrid only in 6 out of 65 PMC's 2 or 4 univalents were found at M I and A I. Finally in the F_1 *G. oregonense* x *perincisum* hybrid the number of univalents in 80 PMC's at the M I stage was 2 in 3 PMC's, 4 in 12 PMC's, 6 in 4 PMC's, and 8 in 1 PMC,



Fig. 14. *G. oregonense* R y d b.: a — metaphase I with 21 bivalents, b — metaphase II with 21 chromosomes in one plate, c — anaphase I with a „bridge".

i. e. somewhat higher than in the other cases. In anaphase at least some of the univalents lag in the spindle and do not move to the poles till after the bivalents have separated. Usually in very few cells only single chromosomes lag at late anaphase and telophase and are not included in the daughter nuclei. The course of the second meiotic division and the appearance of the tetrads is in all the three F_1 hybrids almost normal. Nevertheless, nearly half of the young pollen grains degenerate.




Fig. 15. F_1 *G. macrophyllum* x *perincisum:* a — metaphase I with 21 bivalents, b — metaphase I with 2 univalents

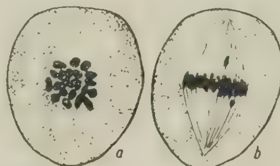
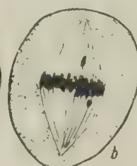



Fig. 16. F_1 *G. macrophyllum* x *oregonense:* a — metaphase I with 21 bivalents, b — metaphase I with 2 univalents.

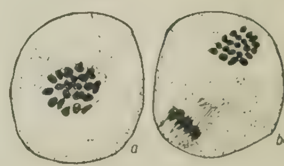



Fig. 17. F_1 *G. oregonense* x *G. perincisum:* a — metaphase I with 21 bivalents, b — metaphase II with 21 chromosomes

In F_2 *G. macrophyllum* x *perincisum* and F_2 *G. macrophyllum* x *oregonense* root tips were examined in several plants for the chromosome

number. Root tips were obtained from 12 young seedlings of the two hybrids (5 and 7 respectively) and it was found that the somatic chromosome number was always 42. Meiosis of F_2 plants was examined in aceto-carmine smears and it was found that in most plants meiosis was either normal or with very few univalents in some rare PMC's. The marked segregation of fertility in F_2 cannot be correlated with the disturbances in meiosis.

IV. SEXUAL ISOLATION OF THE GROUP FROM OTHER SPECIES IN THE SUBGENUS EUGEUM

Mention has already been made of the almost complete isolation of *G. macrophyllum* from all other species of the subgenus *Eugeum* the isolation which is made evident by the all but perfect sterility and the frequent very low viability of the hybrids (W. Gajewski 1953). It is now apparent that in this respect *G. perincisum* and *G. oregonense* behave in the same way as *G. macrophyllum.* The fertility of crosses of the three taxa with some other species from the subgenus *Eugeum* is illustrated by the following computation:

Achene fertility of F_1 hybrids in %							
Hybrid with:	*G. rivale*	*G. urbanum*	*S. aleppicum*	*G. coccineum*	*G. laciniatum*	*G. vernum*	*G. silvaticum*
G. macrophyllum	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,05	0,05
G. oregonense	0,1	0,0	0,02	0,01	0,0	0,05	0,05
G. perincisum	0,1	0,0	0,01	?	0,01	0,05	?

This evidence shows the almost complete sterility of all the hybrids from crosses with 6 species in the subgenus *Eugeum* and with *G. vernum* from the subgenus *Stylipus*. Crosses of *G. aleppicum* and *G. urbanum* with the three taxa from the *macrophyllum* group show a marked drop of viability, have yellow green leaves and deformed flowers, and usually perish before blossoming.

Some time ago I was able to demonstrate that crosses of *G. macrophyllum* with all but a few *Geum* species gave hybrids with meiosis of an asyndetic type in which at metaphase of the first PMC meiotic division univalents were predominant. Cytological studies have shown that also in crosses of *G. oregonense* and *G. perincisum* with the other species from the subgenus *Eugeum* meiosis was of the same asyndetic type. This I was able to demonstrate on crosses of: *G. rivale* with *G. oregonense* and *perin-*

cisum, G. urbanum with *G. oregonense* and *perincisum, G. laciniatum* with *G. oregonense* and *perincisum, G. silvaticum* with *G. oregonense, G. vernum* with *G. perincisum* and *oregonense,* and finally *G. aleppicum* with *G. oregonense* and *perincisum.*

I described in detail in an earlier paper (W. Gajewski 1949) the course of meiosis in the *G. macrophyllum* x *rivale* hybrid. Now it appears that in crosses of *G. rivale* with *G. oregonense* and *perincisum*

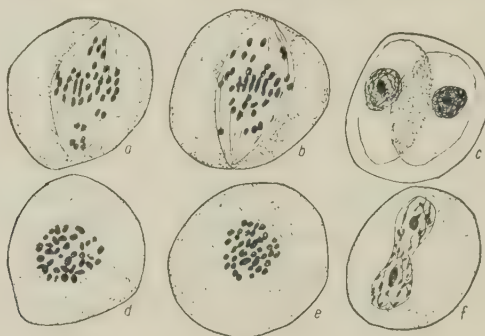


Fig. 18. F_1 *G. perincisum* x *rivale:* a — metaphase I with 3 bivalents and 36 univalents, b — polar view of metaphase I with ca 5 bivalents and ca 32 univalents, d — metaphase I with 5 bivalents and 32 univalents, e — polar view of metaphase I with ca 4 bivalents and ca 34 univalents, f — telophase I — restitution nucleus, c — a dyad.

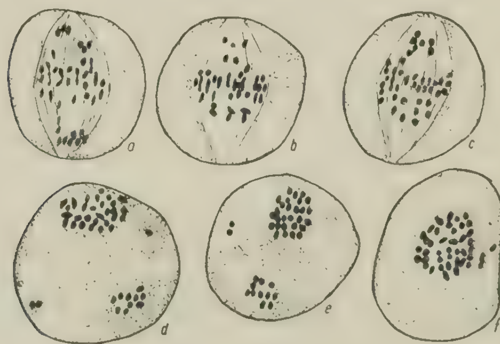


Fig. 19. F_1 *G. oregonense* x *rivale:* a — metaphase I with ca 5 bivalents, b — metaphase I with 7 bivalents and 38 univalents, c — metaphase I with 42 univalents, d — very irregular metaphase II, e — metaphase II with abnormal distribution of the chromosomes, f — metaphase II from restitution nucleus.

the course of meiosis is of the same kind. This may be seen from Figs 18 a. 19 and from the table illustrating chromosome configurations in the PMC's of these hybrids at metaphase of the first division:

Chromosome configuration	42_I	$1_{II}+40_I$	$2_{II}+38_I$	$3_{II}+36_I$	$4_{II}+34_I$	$5_{II}+32_I$	$6_{II}+30_I$	$7_{II}+28_I$
G. rivale × *macroph.*	3	5	4	5	6	2	5	1
G. rivale × *oregonen.*	2	3	4	3	—	1	—	—
G. rivale × *perincis.*	8	3	2	5	5	3	1	2

In these hybrids at metaphase and anaphase numerous disturbances occur in the separation of univalents giving frequent restitution nuclei and consequently after the second division dyads are formed in 4—5%.

Very interesting are the reduction divisions in *G. aleppicum* x *oregonense* and *G. aleppicum* x *perincisum* hybrids during which in most PMC's univalents alone are present at metaphase of the first division. The univalents are arranged into a fairly regular plate lying in the equatorial plane of the spindle. However, in some pollen sacs several bivalents usually appear beside the univalents, and then the univalents do not form the metaphase plate but are scattered all over the spindle; it is not till anaphase that the univalents form a more or less regular plate. In a *G. aleppicum* x *oregonense* hybrid I found on an aceto-carmine smear preparation prepared before fixation in Navashin fluid one anther in which meiosis seemed to be normal and in which PMC's with only bivalents at metaphase were predominant. Unfortunately, on fixed slides prepared from buds fixed at the same time and from the same plant I found no other examples of this normal course of meiosis. Presumably the course of meiosis in this hybrid can vary under the influence of some unknown internal or external conditions regulating asynapsis. The further investigations necessary to elucidate this question were impossible as the plants all had a low viability and perished during their second winter season. In an earlier paper I reported that in the cross *G. macrophyllum* x *G. aleppicum* meiosis was of a kind in which bivalents are predominant at metaphase of the first division, now however, I believe it to be very likely that in this hybrid asyndetic meiosis will be found if a sufficient number of buds fixed at various stages and from many plants are examined.

V. DISCUSSION

The question to be answered now is: how far is it justifiable to decide on the basis of this cytogenetical investigation whether the three taxa concerned form separate species or are only varieties if not subspecies of the species *G. marcophyllum* ? The "biosystematic" principles of classi-

fication established by Clausen, Keck and Hiesey (1939, 1945) are based mainly on the genetic barriers which make impossible gene interchange in crosses. On these principles the three taxa in question should be classified as various ecotypes in one ecospecies. However, if these principles of classification are followed strictly, it may happen indeed that whole sections of a genus or sometimes the entire genus will be classified as one species. It seems therefore that the method worked out by Clausen and others cannot always be applied for practical purposes. In Nature there are undoubtedly genera in which the specific differentiation process cannot be regarded as parallel to the process in which physiological intersterilitly barriers are formed.

When it is considered 1) that often in the subgenus *Eugeum* even so distinct species as, for instance, *G. urbanum* and *G. rivale* give highly fertile and viable hybrids in F_1 and further generations and 2) that mutual crosses between the three taxa in question show a marked drop in pollen and achene fertility, it is reasonable to consider them as three separate, though related, species. Although, the data at my disposal are not complete, they nevertheless seem to indicate that the three species have partly disconnected distributional areas and different ecological requirements.

Undoubtedly it is a question of a fairly recent differentiation in an originally uniform population which took place probably in the pleistocene. The original population differentiated into three distinct populations separated already by the partial hybrid sterility. The common origin of these three species is indicated not only by the morphological similarities and the partial hybrid fertility, but also by their faculty to give asyndetic or sterile hybrids with the other species from the subgenus *Eugeum*. It is most unlikely for each of these species to develop on its own the set of factors which would cause asyndesis or sterility in crosses with the other *Eugeum* species while in mutual crosses between them normal conjugation and a relatively high fertility are retained.

It is possible that *G. macrophyllum*, the distributional area of which spreads along the Rocky Mountains from California to Alaska and through the Aleutian Islands to north east Asia and forms moreover a disjunctive area on the Atlantic coast from the Labrador to the Great Lakes, is the oldest of these species. According to Fernald (1925) some plant species survived through at least a part of the glacial epoch in the refuge regions in Alaska and Labrador and to the south of the pleistocene glaciations. During the glacial and post-glacial migrations conditions favouring isolation might have prevailed which gave rise to such new separate species as *G. perincisum* of which the present distribution in Canada co-

incides exactly with the areas once covered by ice. *G. oregonense* and *G. macrophyllum* have different vertical distributions and it may be that the isolation of the former was caused by a change in the vertical distribution of plants which took place outside the pleistocene glaciation areas. H u l t é n (1937) considers *G. perincisum* to be a radiant to the north of the Behring Sea area which during the interglacial D (according to his terminology) moved so far to the south that it survived the maximum glaciation and then spread again to the north. It is of course difficult to judge on the accuracy of such suppositions.

However, it is certain that the group investigated here is a very good example of how new species arise in conditions which cause a break-up in the original population and produce little change in the chromosome number and homology, while a gradual genetical differentiation between the isolated populations takes place.

From the point of view of systematic morphology and the well founded principle of not classifying the plants into too many species it would be justifiable to include *G. perincisum* and *G. oregonense* as subspecies of *G. macrophyllum.* On the other hand, when the drop by approximately 50% in hybrid fertility as well as the geographical and probably also ecological isolation of these taxa is considered it becomes apparent that at present they form separate populations. The future evolution of these populations will run independently one of the other and for this reason each of them should now be considered as a distinct, though not yet perfectly separated species.

In south Europe three species from the subgenus *Eugeum* are known; they are *G. rivale, coccineum* and *silvaticum* and their chromosome number is also $2n = 42$. The crosses between these species are highly fertile and have a normal meiosis with 21 bivalents in most PMC's. However, the differences in their morphology, geopraphical distribution and ecological requirements are so great that nobody doubts that they are, indeed, three distincly separate species. It is my opinion that the specific differentiation process through isolation and gradual differentiation is the same in both these specific groups the difference lying only in the various stages in each case. In *G. macrophyllum, perincisum* and *oregonense* the process is at present still at an early stage, while in the south European species it is well advanced.

SUMMARY

1. *G. macrophyllum* W i l l d., *G. perincisum* R y d b., and *G. oregonense* R y d b. are three distinct, closely related species with partly separate geographical distributions and various ecological requirements.

2. The hybrids between these species show a drop in pollen and achene fertility by approximately 50%, though the course of meiosis is almost normal.

3. In F_2 both morphological characters and fertility show a considerable and continuous variation and some plants have a much higher fertility than in F_1.

4. The three species of this investigation are isolated from the other species of the subgenus *Eugeum* by all but perfect sterility of hybrids which have an asyndetic kind of meiosis.

The Botanical Garden
of the Warsaw Uniwersity

(Entered 20.X.1954.)

REFERENCES

Abrams L., 1944, Illustrated Flora of the pacific States, Vol. II. Stanford.

Bolle F., 1933, Eine Uebersicht über die Gattung *Geum* und ihre nahestehenden Gattungen, "Reprt. spec. nov. regni veget.", Beih. 72.

Clausen J., Keck, D. D. and Hiesey W. M., 1939, The concept of species based on experiment, „Am. J. of Bot.", 26 103—106.

Clausen J., Keck D. D. and Hiesey W. M., 1945, Experimental studies on the nature of species. II. Plant evolution through amphiploidy and autoploidy, with examples from the *Madiinae,* Carn. Inst. of Washington, Publication n. 564.

Fernald M. L., 1925, Persistence of plants in unglaciated areas of boreal America, "Amer. Acad. Arts and Sci. Mem.", 15, 241—342.

Gajewski W., 1949, On the behaviour of univalents at meiosis in some interspecific *Geum* hybrids, "Hereditas", 35, 221—241.

Gajewski W., 1953, A fertile amphipolyploid hybrid of *Geum rivale* with *G. macrophyllum,* "Acta Soc. Bot. Pol.", 22, 412—439.

Hara H., 1952, Contribution to the study of variation in the Japanese plants related to those of Europe or North America, Part I, "Jour. of the Fac. of Sci. Univ. of. Tokyo", Sect. III, Bot. Vol. VI Parts 1—3, 29—96.

Hultén E., 1929, Flora of Kamtchatka and the adjacent islands, Part III. "Kgl. Sv. Vetenskapsakademien Handlingar", 8, nr. 1.

Hultén E., 1937, Outline of the history of Arctic and Boreal biota during the Quaternary period. Their evolution during and after the glacial period as indicated by the equiformal progressive areas of present plant species, Stockholm, 168 pp.

Hultén E., 1946, Flora of Alaska and Youkon, Part VI. "Lunds Univers. Årsskr". N. F. Avd. 2, Bd. 42, nr 1.

Raup H. M., 1931, The genus *Geum* in the Athabasca-Great Slave Lake region. "Rhodora", 33, 172—176.

ACTA SOCIETATIS
BOTANICORUM POLONIAE
Vol. XXIV — Nr 2
1955

Mikroelementy w niektórych gatunkach traw i roślin motylkowych

Trace elements in some species of grasses and leguminous plants

T. BASZYŃSKI

Rola mikroelementów w procesach zachodzących w organizmach żywych nie jest jeszcze całkowicie i wyczerpująco wyjaśniona. Ostatnie lata przyniosły wiele faktów z dziedziny biologicznych funkcji mikroelementów, stanowią one jednak w dalszym ciągu tylko fragmenty zagadnienia. Wpływ mikroelementów na funkcjonowanie ergozymów, oddychanie, fotosyntezę czy fizykochemiczny stan biokoloidów, a przez to metabolizm żywej komórki, jest niewątpliwy. Mikroelementy wchodzące w skład kompleksów mineralno-organicznych, czy też działające w organizmie jako wolne jony, decydują częstokroć o przebiegu procesów życiowych, zaś brak ich jest powodem schorzeń roślin, zwierząt i ludzi.

Występujące szeroko za granicą, a ostatnio w Polsce choroby bydła i owiec (rejon nadnotecki i nadłabski) w postaci anemii i charłactwa, niepłodności i nawet przedwczesnej śmierci, są wywołane brakiem Co i Cu. Na terenach tych występują również nagminnie zaburzenia w przemianie materii u ludzi. Coraz częściej stwierdzane są także deformacje kostne i choroby układu kostnego u ptaków i trzody chlewnej wywołane brakiem manganu (W o i n a r 1953).

Z drugiej strony stwierdzono dodatni wpływ niektórych mikroelementów na odporność roślin na pewne choroby infekcyjne wywołane przez grzyby oraz odporność na niekorzystne warunki środowiska jak susza, wysokie i niskie temperatury, zasolenie gleb (O b m i ń s k i 1953).

Te względy skłoniły mnie do podjęcia porównawczych badań nad zawartością Cu, Co i Mn w niektórych gatunkach traw i roślin motylkowych.

METODYKA BADAŃ

W 1951 r. wysiano na działkach Ogrodu Botanicznego Akademii Medycznej w Białymstoku 37 gatunków traw i roślin motylkowych. Poletka

założone zostały na glebie piaszczysto-gliniastej. Rośliny zebrano w czerwcu 1952 r. Wszystkie gatunki roślin podczas zbioru posiadały jednakowy stopień dojrzałości wegetatywnej (początek kwitnienia). Materiał suszono na powietrzu, a następnie mielono i suszono w suszarce w temp. 105^0 C do uzyskania stałej wagi. Tak wysuszony materiał po starannym wymieszaniu brano do analizy na Cu, Co, Mn w ilości około 10—12 g na jedno oznaczenie.

Po spopieleniu próbek dla oznaczenia kobaltu i miedzi wytrącono te metale za pomocą kw. rubeanowodorowego. Po spaleniu rubeanianów Co i Cu określono kolorymetrycznie:

kobalt — solą dwusodową kwasu 1-nitroso-2-hydroksynaftaleno 3,6-dwusuflonowego zw. nitroso-R-solą wg sposobu D. P. M a l u g i,

miedź — dwuetylotiokarbaminianem sodu (D. P. M a l u g a),

mangan — oznaczono nadjodanem sodowym wg A. K. Ł a w r u c h i n a.

Analizowano również glebę, na której założone zostały poletka na zawartość Cu, Co i Mn metodami wyżej przedstawionymi, przystosowanymi do analizy gleby. Określono także pH gleby.

WYNIKI

Gleba piaszczysto-gliniasta o pH = 6,8 zawierała

miedzi	12	mg/kg s.m. gleby
kobaltu	0,6	mg/kg s.m. gleby
manganu	226,7	mg/kg s.m. gleby

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Zawartość miedzi w glebie w świetle badań B r y a n'a i B e c k e r a (1935) wydaje się być wystarczająca dla normalnego rozwoju rośliny Gleba piaszczysta, w przeciwieństwie do torfowej, nie posiada zdolności unieruchamiania miedzi. Brak objawów chorobowych u badanych roślin zdaje się ten pogląd potwierdzać. Zawartość miedzi w roślinach nie jest wysoka. Dość znaczne różnice między poszczególnymi gatunkami wskazują na rozmaitą zdolność sorbcji miedzi i jej zapotrzebowanie. Przeanalizowane rośliny motylkowe wykazują znikome zawartości Cu, wyjątek stanowi lucerna *(Medicago lupulina* L., 11,8 mg/kg s.m.). Największą ilość Cu stwierdzono u tymotki (*Phleum pratense* L., 18,25 mg/kg s.m.). Wobec dostatecznego zasobu związków miedzi w glebie, wyniki analiz zawartości jej w roślinach należy uważać za niskie, co w pewnym stopniu mogło być wywołane przez długotrwałą suszę. Niższą zawartość Cu można tłumaczyć również późnym okresem zbioru. Jak wiadomo Cu pobierana jest intensywnie w początkowym okresie wegetacji, później pobieranie ulega

zmniejszeniu aż do zawiązania pąków kwiatowych. W następnych fazach rozwoju miedź nie jest prawdopodobnie pobierana w ogóle, a zwiększanie się masy rośliny obniża zawartość miedzi w jednostce masy.

Tabela 1
Zawartość mikroelementów w niektórych gatunkach traw i roślin motylkowych

Nazwa gatunku	Zawartość		
	Cu w mg/kg s. m.	Mn w mg/kg s. m.	Co w γ/kg s. m.
1. *Agrostis alba* L.	6,4	42,7	77
2. *Agrostis dispar* Michx.	10,6	36,3	76
3. *Agrostis nebulosa* Brennet Reut.	9,8	31,3	86
4. *Agrostis rupestris* All.	6,8	46,9	203
5. *Agrostis vulgaris* L.	7,3	34,6	149
6. *Aira caespitosa* L.	6,6	25,15	87
7. *Avena pubescens* Huds.	6,4	15,1	116
8. *Bromus arvensis* L.	11,2	33,0	204
9. *Bromus erectus* Hunds.	5,9	11,3	198
10. *Bromus sterilis* L.	2,6	22,3	149
11. *Calamagrostis neglecta* (Ehrh.) Gaertn., Mey et Scherb.	9,1	42,5	100
12. *Dactylis Aschersoniana* Graebn.	9,5	22,9	165
13. *Dactylis glomerata* L.	6,8	40,4	128
14. *Festuca arundinacea* Schreb.	10,6	22,4	nie ozn.
15. *Festuca duriuscula* L.	9,4	25,2	213
16. *Festuca geniculata* *)	7,0	13,6	179
17. *Festuca pulchella* Schrad.	4,9	10,9	131
18. *Festuca sulcata* (Hack). Nym.	5,3	27,0	159
19. *Hordeum bulbosum* L.	7,4	19,3	76
20. *Koeleria gracilis* Pers.	10,5	54,1	88
21. *Medicago lupulina* L.	11,8	36,8	253
22. *Medicago sativa* L.	6,3	14,7	151
23. *Melica ciliata* L.	4,0	37,0	188
24. *Onobrychis sativa* Lam.	4,4	27,9	54
25. *Phalaris arundinacea* L.	7,5	28,1	nie ozn.
26. *Phleum pratense* L.	18,25	19,2	127
27. *Poa annua* L.	10,6	19,1	452
28. *Poa capitata* *	11,7	13,6	116
29. *Poa compressa* L.	16,5	18,2	235
30. *Poa glauca* Vahl.	12,5	42,2	169
31. *Poa granitica* Braun-Blanquet	9,3	19,4	346
32. *Poa laxa* Haenke	4,7	30,0	121
33. *Poa palustris* L.	7,7	23,7	134
34. *Poa pratensis* L.	10,0	11,7	97
35. *Poa violacea* Bell.	12,0	27,1	162
36. *Trifolium pratense* L.	2,4	40,2	192
37. *Trisetum sibiricum* Rupr.	5,0	14,1	110

* Nasiona pochodzą ze stacji hodowlanych.

Bardzo niska ilość kobaltu w glebie związana jest z jej piaskowym pochodzeniem. Gleby pochodzenia granitowego, piaskowego i wapiennego wg Mc Naught'a (cytuję za Maksimowem, 1949) posiadają niedostateczną ilość kobaltu. Podobny pogląd w badaniach nad glebami obszaru Świętokrzyskiego wyraża Kabata (1954) i sugeruje nieprzydatność tych gleb bez uprzedniego ich nawożenia kobaltem. Dawniej stwierdzona korelacja między zawartością kobaltu w glebie, a jego zawartością w trawach pastwiskowych pozwalała liczyć się z małą zawartością Co w analizowanych trawach. Przypuszczenia te potwierdzał odczyn gleby (pH 6,8). Maksimum przyswajalności Co przypada na gleby bardziej kwaśne i może być ona 10-krotnie wyższa niż w glebach o pH ok. 7 (Ekmann et all. 1952). Tymczasem nie wszystkie trawy wykazały niskie wyniki. Zawartość kobaltu w wiechlinach (*Poa* spec.), jeżeli uwzględnić ubóstwo gleby i złą przyswajalność, zaliczyć można do wysokich. Najbogatsza w ten pierwiastek jest *Poa annua* L., co u rośliny rocznej jest zrozumiałe. Rośliny motylkowe, wbrew poglądom szeregu badaczy m. in. Szkolnika i Askewa, nie są najbogatsze w Co, to samo stwierdził Reifer (1952) analizując koniczyny. Poszczególne gatunki wykazują różnicę w pobieraniu kobaltu.

Zawartość manganu w badanej glebie okazała się pokaźna. Małe ilości manganu, stwierdzone w badanych roślinach, świadczą o złej jego przyswajalności. Jeżeli przyjąć za Lundegårdhem i Maksimowem, że rozpuszczalność, a stąd i przyswajalność manganu w glebach słabo kwaśnych, lub obojętnych jest nadzwyczaj mała, to reakcja gleby (pH = 6,8) usprawiedliwia otrzymane wyniki. Różnice w przyswajaniu Mn pomiędzy rodzajami i gatunkami są duże, w niektórych przypadkach pięciokrotne. Jak w załączonej tablicy widać, najwyższą zawartością Mn odznaczają się: mietlica skalna (*Agrostis rupestris* All.), mietlica biała (*A. alba* L.), strzęplica nadobna (*Koeleria gracilis* Pers.), trzcinnik prosty (*Calamagrostis neglecta* (Ehrh.) Gaertn., Mey et Scherb.), kupkówka pospolita (*Dactylis glomerata* L.), wiechlina sina (*Poa glauca* Vahl.), koniczyna łąkowa (*Trifolium pratense* L.).

Do najuboższych należą: stokłosa prosta (*Bromus erectus* Huds.), wiechlina łąkowa (*Poa pratensis* L.) i kostrzewa (*Festuca pulchella* Schrad.).

Mimo stosunkowo niskiej zawartości manganu nie zauważono u roślin chorób niedoborowych.

STRESZCZENIE WYNIKÓW

Przeanalizowano 37 gatunków traw i roślin motylkowych, oraz glebę, na której rosły, na zawartość Mu, Co, Mn.

Stwierdzono w glebie pH = 6,8 niską zawartość Co (6,0 mg/kg s.m. gleby) przy zadowalającej ilości Cu (12 mg/kg s.m.) i Mn (226,7 mg/kg s.m.).

U poszczególnych gatunków roślin stwierdzono:

a) różną sorbcję Cu, Co, Mn
b) małe pobieranie Cu
c) dość dużą zawartość Co mimo ubóstwa gleby w ten pierwiastek
d) małą zawartość Mn świadczącą o złej przyswajalności w glebie o pH = 6,8.

Dokonane analizy nie potwierdziły wyników wykazywanych przez innych badaczy dotyczących dużej zawartości Co w roślinach motylkowych. Pomimo małej zawartości Cu i Mn w roślinach stan ich był normalny. Otrzymane wyniki mogą mieć znaczenie przy układaniu mieszanek łąkowych. Wskazują na konieczność nawożenia niektórych gleb mikroelementami, zwłaszcza kobaltem.

Zakład Biologii Akademii Medycznej
w Białymstoku
Kierownik: prof. dr Witold Sławiński

(Wpłynęło dn. 25.X.1954)

SUMMARY

The content of the Cu, Co and Mn ions was analysed in 37 species of grasses and leguminous plants and in soil on which they were grown. The soil with the pH = 6.8 shows low content of Co (0.6 mg/kg of dry soil) and higher amounts of Cu (12 mg/kg of dry soil) and Mn (226.7 mg/kg of dry soil).

In different plant species it was stated a) a different sorption of Cu, Co and Mn ions, b) an insignificant intake of Cu ions, c) a high content of Co in spite of low content of this element in the soil, d) the low content of Mn in plants is probably due to the unsuitable pH of the soil.

The results of these analyses do not agree with the statements of the previous authors concerning the high content of Co ions in leguminous plants. Notwithstanding the low content of Cu and Mn in plants they appear to be quite normal. The author suggests the need of manuring with trace elements and especially with Co of some of the soils.

LITERATURA

Bryan O. a. Becker R., 1935, „Journ. Am. Soc. Agr.", 27, 120.

Ekman P., Karlson N., Svenberg O., 1952, „Acta Agr. Scand." 2, 103—130.

Kabata A., 1954, „Roczniki Gleboznawcze", III. 323—332.

Maksimow A., 1949, Mikroelementy i mikronawozy, 47, 55, Warszawa.

Metody opriedelenia mikroelementów, 1950, Akademia Nauk ZSSR, 34, 39, 47, Moskwa.

Obmiński Z., 1953, Botanika leśna, 394, Warszawa.

Reifer I., 1952, „Roczniki Nauk Rolniczych", 62, 99.

Rydel S., Szewczyk J., Oznaczenie mikroelementów (miedzi i kobaltu) w paszach i glebie (praca nieopublikowana).

Van Klooster H. S., 1921, „Journ. Am. Chem. Soc.", 43, 746—749.

Voinar A. O., 1953, Biołogiczeskaja rol. mikroelementow w organizmie żywotnych i człowieka, 111, Moskwa.

ACTA SOCIETATIS
BOTANICORUM POLONIAE
Vol. XXIV — Nr 2
1955

The development of tobacco seedlings in connection with seasons and the dynamic state of proteins.

A. KOZŁOWSKA

1. THE DYNAMIC STATE OF PROTEINS IN LEAVES

The investigations of H. B. Vickery and others (1940) on tobacco seedlings with isotopic nitrogen N^{15}, supplied in the nutrient solution, have proved that nitrogen uptaken from the exterior is readily exchanged with the nitrogen which exists in the plant proteins. The exchange of the different aminoacids does not procede equally. Aspartic and glutamic acids for instance are replaced quicker than the other ones. A similar experiment on buckwheat has proved that nitrogen contained in the leaf proteins has been exchanged in 6% with the exterior in forty seven hours.

According to Schoenheimer (1942)and Vickery (1940) proteins contained in plant and animal cells undergo an uninterrupted degradation and resynthesis. The nucleus and cytoplasmatic proteins are in a state of permanent dynamic equilibrium.

Chantrenne (1953) interprets the dynamic state of protein somewhat differently. According to him the protein molecule, which forms a "template", never hydrolyses completely, but its constituent aminoacids are exchanged independently. They are synthesised directly by the cell, from the inorganic nitrogen components. There exists in the plant cell, between the aminoacids which are in a free state and the proteins, a permanent interdependence.

Pearsall on *Narcissus pseudo-narcissus* (1949) has proved that the resynthesis of proteins occurs more intensively in young than in older tissues. This natural process of development occures in a differing quantitative relation between aminoacids in a free state and protein substances contained in the cell (Steward 1947, Walkley, Petrie 1941, Wood 1953). In this respect we can distinguish the following stages of development.

The 1st stage refers to youth. The resynthesis of proteins exceeds the hydrolyses.

The 2nd — mature state. Equilibrium between the synthesis and the hydrolyses of proteins.

The 3rd old stage begins at the moment when the hydrolyses begins to dominate the resynthesis.

In connection with the decrease of proteins the total nitrogen diminishes generally (M o t h e s 1931, S m i r n o w 1928), on the contrary the amount of aminoacids augments in the cell.

By excising a leaf from the maternal organism we interrupt the further stages of its development. In such leaves placed with their petioles in water or nutrient solution, the nitrogen metabolism is disturbed in the first place in spite of the carried on photosynthesis. The degradation of proteins exceeds their resynthesis and the amount of aminoacids increases in the cell. (C h i b n a l l 1939, Vi c k e r y 1937, Y e m m 1937).

In normal circumstances disturbances occurring in the stages of development of the leaves generally promote the old age state.

Remains to be seen whether, on the contrary, one may produce conditions, which render possible a prolongation of, or a stop at a certain stage of youth. In this paper this problem has been analysed on tobacco seedlings, stopped in their development in winter time.

2. THE STAGES OF DEVELOPMENT OF TOBACCO SEEDLINGS

The stages of development of tobacco seedlings are marked by their leaves, which differ in their morphological shape.

The morphological shape of tobacco leaves are mostly stable. Well defined changes in morphology of tobacco plants, seedlings and mature plants, were observed but only in connexion with particular environments conditions, above all mineral deficiency of the soil.

M c M u r t r e y (1933) has described the symptom aggregates characteristic of mineral deficiencies of tobacco. In field culture calcium, magnesium, potassium, phosphorus deficiency produce well known deformity of tobacco (R o b e r t, S t e i n b e r g 1950). S t e i n b e r g (1947) found that diffusates from numerous bacterial strains, ordinary present in soil, are capable of causing changes in tobacco seedlings. Slightly excessive quantities of aminoacids in aseptic culture (S t e i n b e r g 1949, 1947) and other natural metabolic compounds caused also the production of specific symptom complexes in tobacco seedlings.

C a m u s G. C. and others (1950) point out that tobacco plants grown at various night temperatures show differences in growth rate, but they dont discuss morphological changes of the leaves.

As in our experiments the morphological type of youthful and first mature leaves in different stages of development of tobacco seedlings,

during the whole year, was stable, phases of growth are differentiated on the bases of morphological development of leaves.

From the beginning of March till the end of September the development of tobacco seedlings was approximately similar. On the fig. 1 and 2 is demonstrated the growth rate of 4th and 5th youthful leaves of tobacco seedlings from 6 IV to 20 V and from 9 VI to 15 VI, when the max. and min. temperature in the greenhouse was different.

The leaves of the primary phase of development of tobacco seedlings do not resemble the leaves of the mature plant.

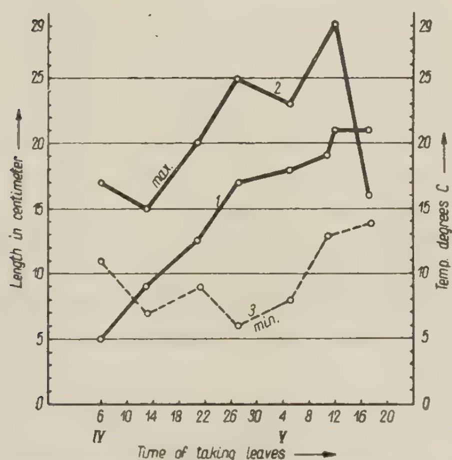


Fig. 1. The growth rate of 4th and 5th youthful leaves of tobacco seedlings from 6 IV to 20 V. 1. Leaves 2. Max. temperature. 3. Min. temperature.

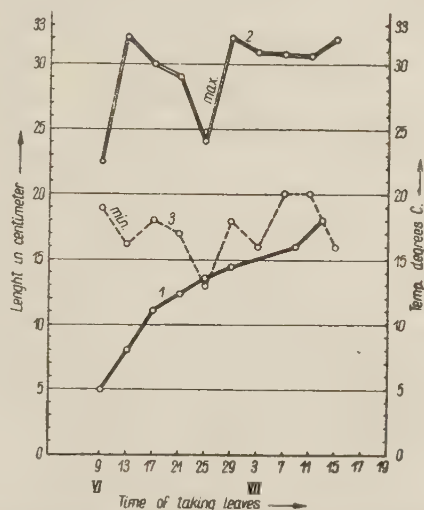


Fig. 2. The growth rate of 4th and 5th youthful leaves of tobacco seedlings from 9 VI to 15 VII. 1. Leaves 2. Max. temperature. 3. Min. temperature.



Fig. 3. The youthful leaves Ist and IInd stage of development.

The youthful leaves, about 5 or 6 in number, grow low above the ground, their length surpasses hardly their width. They have 5 or 6 side nerves. (fig 3).

The mature leaves are prolonged, sharply finished, with a big midle nerve and about 11 side nerves (fig. 4).



Fig. 4. The mature leaves IVth, Vth and VIth stage of development.

In spring and summer the youthful phase of the plant lasts about a month, after what the mature leaves replace the first ones. The youthful phase of tobacco plants can be divided into the following stages. The approximative length of time of these is presented for March and April, in optimal greenhouse conditions.

Ist stage. Two round cotyledons without side nerves, I to 1$^1/_2$ cm long. The first youngling leaf is 3 cm long. The two following leaves from 4 to 6 cm long. The 4th leaf develops. (Duration 3—4 days) (fig. 5).

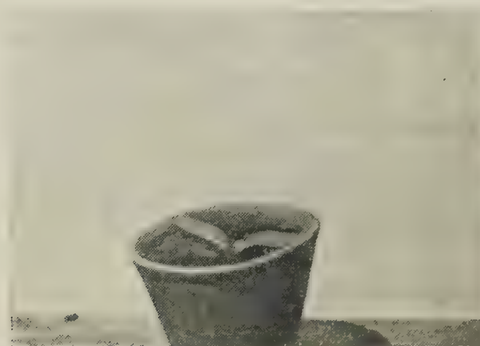


Fig. 5. Tobacco seedling, I-st period of development.

2nd stage. The first youthful leaf has prolonged itself to 4 cm. The two following leaves are 7.3 — 8.2 cm long. The fourth leaf attains 4 cm. (6 days) (fig. 6).

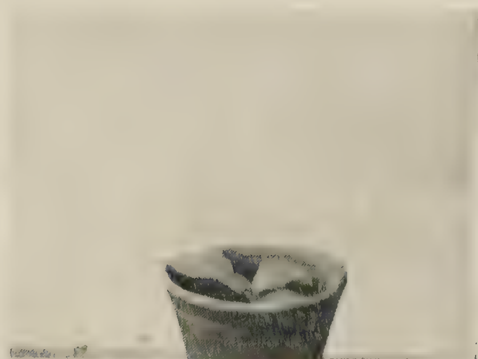


Fig. 6. Tobacco seedling, II-nd period of development.



Fig. 7. Tobacco seedling, III-d period of development.

3rd stage. The second greatest youthful leaf is 9.6 — 10.2 cm. long and 6 to 6.5 cm broad. The third leaf is somewhat smaller. The fourth leaf is 7.2 cm long. The fifth youthful leaf develops (6 days) (fig. 7).

4th stage. The greatest youthful leaf is about 13 cm long. The appearence of the first mature leaf (8 days).

5th stage. Three youthful green leaves attain a length of 15 to 19 cm. The two older get yellow. The first mature leaf 10½ cm long, has 11 side nerves. The second mature leaf 4½ cm long. The plant continues to form a rosette above the ground (6 days) (fig. 8).

6th stage. All the youthful leaves turned yellow. The stem elongates and has 4 to 5 mature leaves (fig. 9).

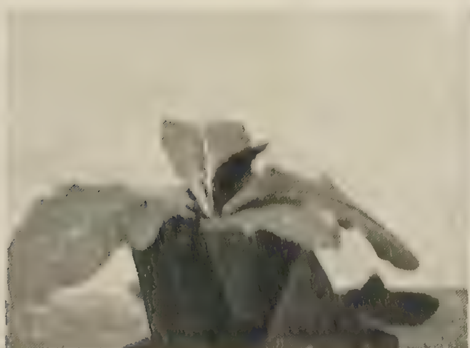


Fig. 8. Tobacco seedling, V-th period of development.

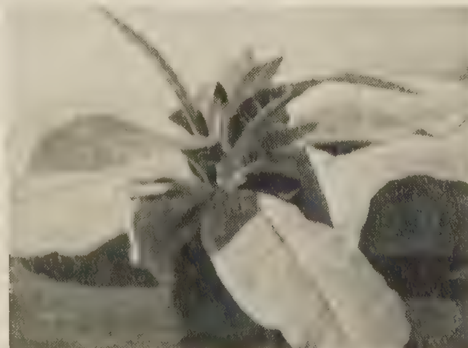


Fig. 9. Tobacco seedling, VI-th period of development.

With the fifth and sixth stage of the development of youthful leaves begins the mature phase of the plant. In the development of tobacco these stages ought to be called a transitory stage leading to maturity. In the

fourth stage, when the first mature leaf appears the youthful leaves are still in a stage of growth. In the fifth stage, when the youthful leaves have attained their full development and have stopped to grow, the development of the mature leaves accentuates. The sixth stage is decisive for the life of the plant. The youthful leaves extinguish, the mature leaves develop rapidly on the elongating stem.

3. TOTAL NITROGEN AND FREE AMINOACIDS IN THE LEAVES OF TOBACCO SEEDLINGS

The leaves of tobacco var. White Burley have been investigated without interruption, during a period of 2 years. Total nitrogen and the aminoacids, which occurs in a free state in tissues, have been determined.

In order to determine the amount of free aminoacids in the tissue, fresh leaves with 30% of water were crushed in a Waring Blendor. In the homogenate the amino N was instantly measured by the Van-Slyke nitrite method. The value for α-amino nitrogen so obtained corresponds evidently to the number of free aminoacids present without amide, ammonia nitrogen, peptide, peptone, proteose with a little amino protein nitrogen. According to Robert, Steinberg and others (1950) the free α-amino nitrogen content in leaf lamina of tobacco is approximately 76.7 to 100% of total non protein α-amino nitrogen.

The total N was determined by the micro-Kjeldahl method. According to Szmuk (1948) the chloroplastic and cytoplasmic proteins make up about 84% of the total nitrogen in tobacco seedlings. It is also possible that the α-amino nitrogen and total nitrogen may presumably serve for approximate measure of the sum total units used in the synthesis and break down of proteins.

The amount of the amino N and total N were expressed in miligrams per 1 gm of dry leaf.

When the plants had germinated they were transplanted into pots with garden earth or into washed sand, to which a full mineral nutrition was added. The investigations were done about a month after germination. The development of the plants was very similar from the beginning of March till the end of September (figs. 1, 2). Lower or higher temperature influenced only gradually a quicker or slower flow of the stages of development. The fluctuations in the amount of total nitrogen and amino N occuring in different types of leaves during the whole period were unnoticeable. Table 1 presents the mean of the analysis of youthful leaves during the above mentioned period.

The mature leaves were investigated in the sixth stage of development, when the youthful leaves had turned yellow.

According to Krews (1916) and Hammer (1940) the proteins concentrations in the successive leaves of tobacco are maintained at a relatively constant value. In our experiments total nitrogen in the youngest

Table 1
Total N and amino N in youthful leaves of different ages, mg per 1 gm of dry leaf

Stage of development length of leaves	Total N	Amino N
1-st stage leaves 4 to 6 cm long	40 — 42	4,2 — 4,9
2-d stage leaves 4,8 to 8,3 cm	39,4	5,72
3-t stage leaves 8,8 to 10,4 cm	40,2	71, — 7,3
4-th stage leaves 9—12 cm	36,1	7,4 — 7,9
5-th stage leaves 17 to 19 cm	36,4	8,23

mature leaves decreases in a small degree with the growth. On the contrary the amount of amino N increases hardly but distinctly with the growth of the mature leaves.

Table 2
Total N and amino N in mature leaves of different ages, mg per 1 gm of dry leaf

Stage of development	Total N	Amino N
leaves 6,5—7,5 cm long	30,2	6,75
leaves 8,2—9 cm	33,6	7,1—7,4
leaves 9,8—10,5 cm	28	7.8—8,1
leaves 11—11,5 cm	28	8,13
leaves 12—12,7 cm	25,2	8,4

In comparison to mature leaves the youthful leaves show a higher % of total N. Its amount accentuates itself mostly in the 1st and 3rd stage of development.

In the 1st stage, when the leaves measure 4 to 6 cm of length, the content of free aminoacids is strikingly, small, amino N amounts to 4—5 mg per 1 gm d. leaf. In the third stage when the leaves attain 10 cm of length, the amount of free amino N increases rapidly and attains 7 mg

per 1 gm d. leaf. In the following stage the amount of free aminoacids does not much increase and maintains itself on the same level a pretty long time. In leaves, which became yellow, the amount of aminoacids diminishes somewhat.

4. THE AMOUNT OF FREE AMINOACIDS IN EXCISED LEAVES OF TOBACCO

Vickery and others (1947) have proved that mature leaves of tobacco grown in the field, dipped in water aglomerate the amount of free aminoacids. After 100 hours that amount attains its maximal value. In our experiments youthful leaves in different stages of development from 6 cm to 13 cm long, as well as mature leaves in the first period of growth, were removed from plants and placed in water or solutions with ammonium or nitrate nitrogen. In all cases, after two days the excised leaves showed the same amount of total nitrogen, whereas the amount of free aminoacids regularly increased from 0.32 mg to 0.42 mg amino N per 1 gm of dry leaf.

Tobacco seedlings, grown in sand culture, supplied with ammonium or nitrate nitrogen did not differ in their contents of amino N from tobacco seedlings grown in garden soil. After excision the amount of free aminoacids augmented in their tissues in the same degree as in the plants grown in garden soil.

Steinberg Robert, and others (1950) found marked increases in free α-amino nitrogen in each instance where a mineral deficiency caused the appearance of severe symptoms. Moderate severity of deficiency symptoms were accompanied by a lesser accumulation of α-amino nitrogen.

5. THE AMOUNT OF FREE AMINOACIDS IN TOBACCO SEEDLINGS IN DEPENDENCE OF SEASONS

During a whole year, from January to December, the amount of free aminoacids was determined in youthful leaves, from 8 cm to 13 cm long, in the 3rd and 4th stage of their development, and in the developping mature leaves of about the same size. Excised leaves kept on nutrient solution on Petri dishes for two days have been investigated. The amount of free aminoacids in these leaves, as remarked above, in comparison with freshly picked leaves was somewhat higher (0.3 mg to 0.4 mg of amino N).

Fig. 10 presents the results of the experiments.

From the end of October to March a marked stoppage of growth of tobacco seedlings occured. In this winter time, December, January and at

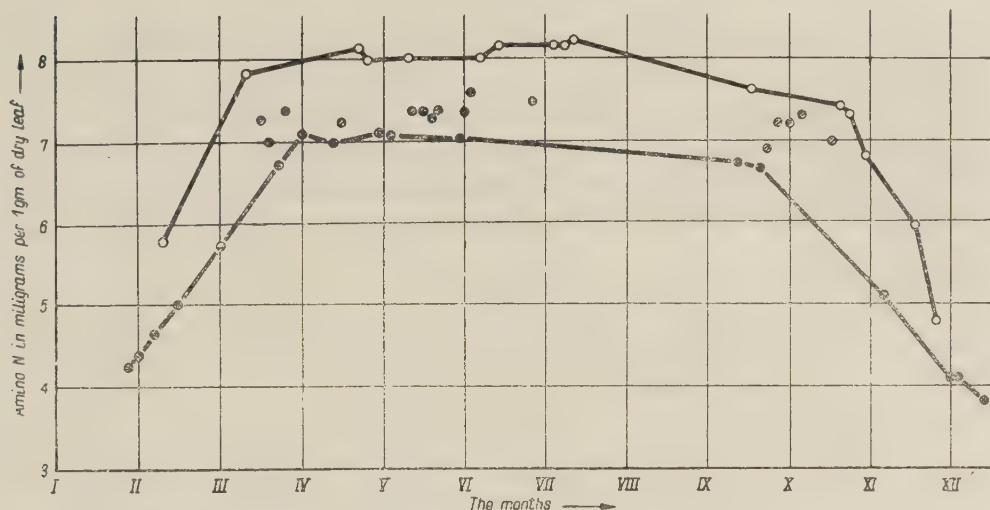


Fig. 10. Relation between the amount of amino N in leaves of tobacco seedlings in respect to month and the size of leaves. The black dots indicate about 8 cm long leaves. The empty circles indicate 12 cm. long leaves. Striped circles indicate leaves of a medium length.

the beginning of February the amount of free aminoacids in tobacco leaves was the lowest, from 3.5 mg to 4.6 mg of amino N per 1 gm of dry weight. Since the 5th od February begins a gradual increase of free aminoacids. About 20ty of March the amount of free aminoacids atains a level, which lasts until the end of October. In November the regression of free aminoacids in the leaves begins anew. In connection with this diminition of free aminoacids a stoppage of the development and growth of the leaves occurs.

6. THE MATURE LEAVES IN WINTER

Tobacco was sown in sand on the 10th July. During August the transplanted seedlings were watered with full nutrient solution. In the first days of September all the youthful leaves were developped, their length reached 14 cm.

On September 19th the first developping mature leaves 7 cm to 8 cm long contained 6.89 mg/1 gm d. w. of amino N.

On the 1st of October the youthful leaves began to get yellow. The developping mature leaves, above 8 cm long contained 7.1 mg/1 g d. w. of amino N.

On October 10th the mature leaves lengthened to 13 cm contained 7.48 mg of amino N. At the same time the stem began ot lengthen somewhat.

The end of October was a decisive moment in the development of the observed plants. The amount of free aminoacids decreased significantly.

Simultaneously the stem stopped to lengthen. The growth of the leaves was inhibited.

In November the plants were still not growing and remained in the same stage of development as in October. At the same time the amount of free aminoacids in the leaves decreased steadily and on November 30th reached the lowest level of 4.2 mg/1 g d. w. of amino N (fig. 11).

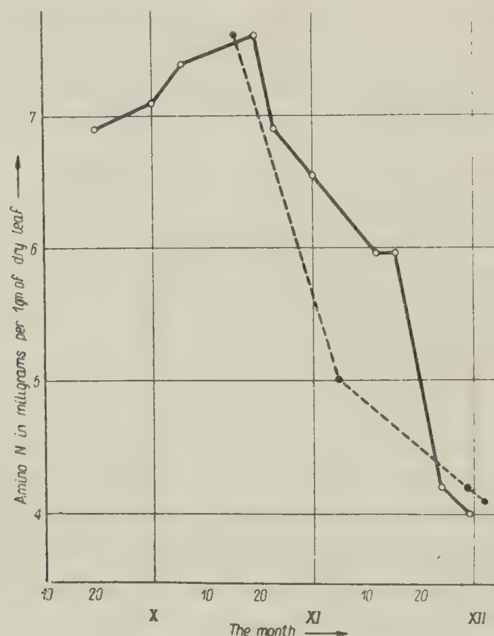


Fig. 11. The amount of amino N in mature and youthful leaves of tobacco seedlings from September to December. The black dots indicate the youthful leaves from 12 cm to 13 cm long. The empty circles indicate the mature leaves 7 cm to 13 cm long.

The plant remained in this state during December and January, did not grow and kept continually the same low level of aminoacids.

In February when the days lengthen, the plants began to deperish and did not start a new stage of development in spite of the comming spring.

The total nitrogen remained at the same level throughout the experimental time, namely 30.5 mg — 32.4 mg N per 1 gm dry weight.

7. DEVELOPPED YOUTHFUL LEAVES IN WINTER

The same change in the proportion of free aminoacids occurs in developped youthful leaves as in mature leaves.

T h e 1st e x p e r i m e n t. Tobacco was sown at the end of August. In the first part of October the youthful leaves, from 10 cm to 12 cm long

contained 7.65 mg/1 g. d. w. of amino N. Later the subsequent development of the plant was very feeble.

On the 5th November the youthful leaves attained a length of 13 cm and the amino N fell to 5 mg/1 g d. w. (fig. 11).

On December 2nd, when the development of the plants was completely stopped, the amino N content in the developped youthful leaves was 4.15 mg/1 g d. w.

The 2nd experiment. Tobacco was sown in sand on September 15th and watered intensly with full nutrient solution. The youthful leaves attained 13.5 cm, when in mid-October a stoppage of development occured.

On November 30th the amount of amino N in youthful leaves 13 cm long, reached 4.22 mg/1 g. d. w.

The total N in the youthful leaves of the 3rd and 4th period of development was kept on the same level, which amounted to 35 mg per 1 g d. w.

8. YOUTHFUL LEAVES IN THE FIRST PERIOD OF DEVELOPMENT IN THE WINTER SEASON

In their first stage of development the youthful leaves, 4 to 6 cm long, have as pointed above a very small amount of amino N which amounts from 4.2 to 5 mg/1 g d. w. At this stage of development of tobacco seedlings, this amount is characteristic independently of the time it is sown (tab. 3).

Table 3

Amount of amino N in dependence of date of sowing

Date of sowing	Date of investigation	Size of leaves	Amino N
30.XII	4.II	5—6 cm	4,5 mg/1g
8.I	9.VI	4,8—8,3 cm	4,6 „
30.IV	15.III	6 cm	4,9 „

In normal conditions the first youthful stage of development lasts shortly. When the leaves grow the amount of aminoacids increases rapidly. Only in winter is the 1st youthful stage of development stopped for a few months.

Tobacco was sown on September 15th into garden soil and transplanted into pots a month later. In the second half of October they possessed 5 youthful leaves, $4^1/_2$ to $7^1/_2$ cm long.

At this time their development underwent a stop in their growth. At the end of November the amount of amino N in the leaves was 4.2 mg/1 g d. w.

On December 12th the seedlings possessed 5 developped leaves 6 cm to 7 cm long. The amount of amino N was 3.8 mg/1 g d. w.

On January 8th the appearance of the leaves was unchanged, 5 youthful leaves to 8 cm long. The amino N = 4.5 mg/1 g d. w.

On January 30th no change in the development of the plant was visible. Amino N = 3.8 mg/1 g d. w. (fig. 12).

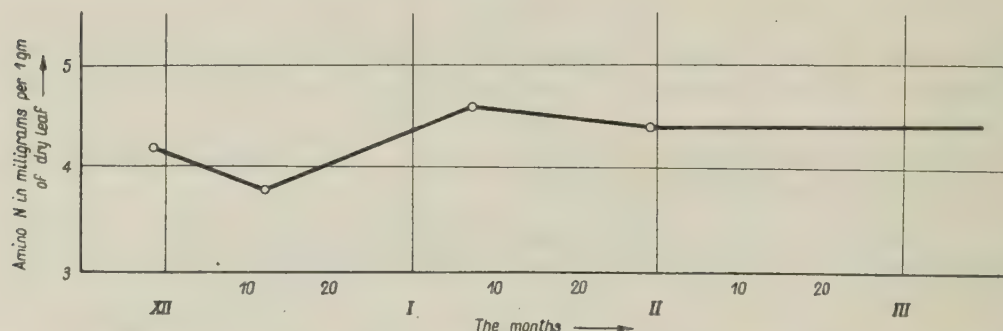


Fig. 12. The amount of amino N in „old age" youthful leaves from December to February.

In February the investigated seedlings died out, they were not capable of further development. On the contrary tobacco plants sown in the first days of January which in the beginning of February were in the first stage of youthful development and did not differ from the "old age" youthful plants kept over the winter time, entered normally into the next stages of development.

9. INTENSITY OF RESPIRATION OF TOBACCO SEEDLINGS FROM THE END OF DECEMBER UNTIL APRIL

The dynamic state of proteins, in the living organism is in strict connection with the absorption of oxygen, output of carbon dioxide and the accumulation of carbohydrates (S t i l e s 1952). A part of the carbon dioxide emitted during the respiration derives from the degradation of the proteins (G r e g o r y and S e n 1937). The stronger is the degradation and resynthesis of proteins the more intensive is the respiration (P e a r s a l l 1949).

W o o d and G r u i c k s h a n k (1944) have obtained positive correlations between respiration rate and aminoacid content, when the carbohydrate content in the plant was high.

In our experiments the respiration rate was measured in winter and at the beginning of spring by Warburg's method. The measurments were performed every 3 days.

150 mg of samples cut from tobacco leaves were placed in a darkened room in the Warburg respirometer vessel and covered with 1/15 M phosphate buffer. The vessel side arm contained 30% KOH to absorb the carbon dioxide released by respiration. The vessels were attached to Warburg manometers and shaken at the rate of 100 oscillations per minute in a water bath at 26°C. The vessels and their contents were allowed to equilibrate for a period of 60 minutes. Readings of the oxygen uptake were taken at 10 minutes intervals. Calculations were made to convert the oxygen uptake values to microliters uptake of oxygen per 150 miligrams fresh weight of the leaf samples.

The 1st experiment. Tobacco seedlings sown in September and stopped in their development were investigated from December 12th to Ferbruary 2nd. The length of the investigated leaves varied from 3.6 cm to 6 cm. The amount of absorbed O_2 by 150 mg fresh leaf tissue during

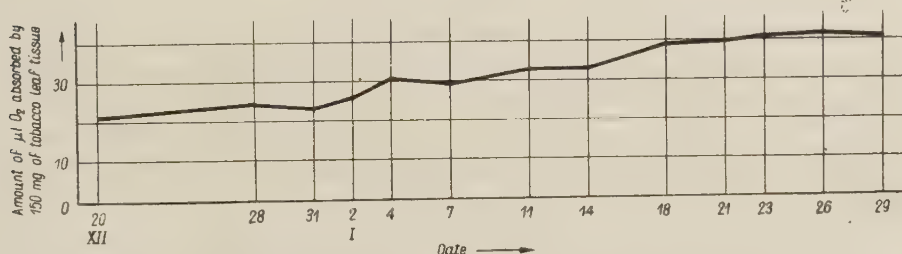


Fig. 13. Intensity of respiration youthful but „old in age“ leaves from 20 December to February 2-nd (performed by M. Dwuraźna).

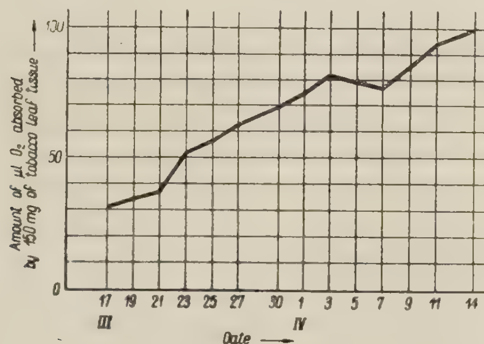


Fig. 14. Intensity of respiration of young leaves from March to April.

36 days remained more or less on the same level, 20—30 μl O_2 (fig. 13) during 60 minutes. The level of amino N was also low 3.8—4.6 mg/l g d. w. (fig. 11).

In the 2nd experiment tobacco seedlings which were sown at the beginning of January and underwent a normal stage of development were investigated.

The intensity of respiration in the first phase of development from March 17th to March 24th, when the leaves attained 6 cm of length, differed only slightly from the intensity of respiration of equally developped seedlings, which lived through the winter season in their „old age" youthful stage. The following increase in intensity of respiration begins only with the growth of the leaves. At the same time the amount of free aminoacids increases steadily. On April 27th, when the youthful leaves attained 18 cm of length and contained about 8.4 mg/1 g d. w. amino N, the respiration became very intense and manifested itself by the absorption of 90 μl O_2 per 150 mg of living tissue (fig. 14) during 60 minutes.

CONCLUSIONS

1. Independently of their age the leaves of tobacco seedlings stop their development at the end of October. At the same time the amount of free aminoacids diminishes in their tissue. At the end of November the amount of amino N attains its lowest level, which amounts to about 4 mg/1 g d. w. That state lasts the whole winter. In consequence the degradation and the resynthesis of protein are very slow.

2. The youthful leaves, which were in their 1st stage of development at the end of October remain in this state during the whole winter. The corresponding level of amino N (about 4 mg/1 g. d. w.) lasts during the winter months until February. The intensity of respiration maintains itself also at the lowest level.

3. The seedlings which in late autumn were stopped in their 1st stage of development lose the capacity of a subsequent development in February and March, whereas the tobacco, which were sown in January, begin to develop normally at the same time.

4. Youthful but „old in age" leaves in which the amino N maintains itself on a low level and the respiration is feeble have the proteins in a dynamic state in which the degradation and regeneration are slow. Such an organism loses the capacity of reaching a further stage of development even in optimal conditions.

The author is indebted to Miss M. Dwuraźna, Mr. W. Komusiński and Mr. M. Żaba for assistance in the experimental work and analyses.

Institute of Botany
High School of Agriculture
Cracow, Poland.

(Entered: 20.XI.1954)

REFERENCES

Bonner J., 1950, Plant Biochemistry, New York.

Camus G., Eggman L., Wildman G., 1950, Preliminary studies of the influence of night temperature on the protoplasmic constituents of tobacco leaves, "Am. J. Botany", 37.

Camus G., Went F., 1950, Thermoperiodicity of different varieties of tobacco, "Am. J. Botany", 37.

Chantrenne H., 1953, Problems of protein synthesis. The Nature of Virus multiplication. Cambridge.

Chibnal A. C., 1939, Protein Metabolism in the Plant. Yale University Press.

Gregory F. G. and Sen P. K., 1937, Physiological Studies in Plant Nutrition, "Ann. Botany", 1 (N. S.). 521.

Hammer H., Street O., Anderson P., 1940, "Conn. Agr. Expt. Bull. Sta." 433.

Mothes K., 1931, Zur Kenntnis des N — Stoffwechsels höheren Pflanzen, „Planta", 12, 686.

Mc Murtrey W. I. E., 1933, Distinctive effects of the deficiency of certain essential elements on the growth of tobacco plants in solution cultures, "U. S Dept. of Agriculture. Techn. Bull.", No 340.

Pearsall W. H., 1949, Nitrogen metabolism in plants, "Endeavour" Vol. VIII No. 31.

Krews K. J., 1916, Żurnał opytnoj agronomii. Kn. 4.

Schoenheimer R., 1942, Dynamic state of the body constituents. Cambridge Mass.

Smirnow A. J., 1928, Über die biochemischen Eigentümlichkeiten des Alterns der Laubblätter, „Planta", 6, 687.

Steinberg R. A., 1947, Growth responses to organic compounds by tobacco seedlings in aseptic culture, "Jour. Agrc. Res.", 75, 199.

Steinberg R. A., 1949, Symptoms of aminoacid action on tobacco seedlings in aseptic culture, "Jour. Agr. Res." 78, 733.

Steinberg J. D., Robert A., Bowling A., James, McMurtrey J. R., 1950, Accumulation of free aminoacids as a chemical basis for morphological symptoms in tobacco manifesting frenching, "Plant Physiology", 25, 279.

Steward F. C., Street H. E., 1947, The nitrogenous constituents of plants. "Ann. Rev. of Bioch." XVI.

Stilles W., Leach W., 1952, Respiration in plants. London.

Szmuk A. A., 1948, Chimia tabaka i machorki. Moskwa.

Walkley J. and Petrie A. H. K., 1941, Studies on the Nitrogen Metabolism of plants. "Annals of Botany", 5, N. S., 20.

Wood J. C., 1953, Nitrogen metabolism of higher plants. "Ann. Rev. of Physiol.", Vol. IV.

Wood J. G., Cruickshank D. H., 1944. "Australian J. Exp. Biol. Med. Sci.", 22, III.

V i c k e r y H. B., P u c h e r C. W., W a k e m a n A. J. a. L e a v e n-w o r t h C. S., 1937, The metabolism of amides in green plants. I. „Journ. Biol. Chem.", 119.

V i c k e r y H. B., P u c h e r G. W., S c h o e n h e i m e r R., R o t-t e n b e r g D., 1940, The assimilation of ammonia nitrogen by the tobacco plant. "Journ. of biol. Chem.", 135, N. 2.

Y e m m E. W., 1937, Respiration of barley plants. Protein metabolism in starving leaves. „Proc. Roy. Soc.", B. 123, London.

ACTA SOCIETATIS
BOTANICORUM POLONIAE
Vol. XXIV — Nr 2
1955

Badania florystyczno-ekologiczne nad roślinnością galmanową okolic Bolesławia i Olkusza

Flora and Ecological Studies on Calamine Flora in the District of Bolesław and Olkusz

J. DOBRZAŃSKA

I. WSTĘP

Przegląd literatury

Problem flory galmanowej i kwestia wpływu cynku na organizmy roślinne, interesujące od dawna tak florystów jak i fizjologów, chemików, praktyków rolników, a ostatnio nawet i geologów, nie zostały dotąd całkowicie rozwiązane. Są to zagadnienia zbyt obszerne i różnorodne, by można je ująć w jakimś jednostronnym opracowaniu. Toteż zależnie od potrzeb i zainteresowań, w różnych okresach czasu zwracano mniej lub więcej uwagi na ich poszczególne kierunki.

Znaczną ilość prac poświęcono badaniom wpływu soli cynku na wodne i glebowe kultury roślin uprawnych. W wielu opracowaniach autorzy podawali również skład chemiczny roślin hodowanych na pożywkach ze związkami cynku lub zbieranych w naturze na terenach galmanowych. Wyniki, odnoszące się do wpływu cynku na rośliny są częściowo ze sobą niezgodne (Baumann 1885), jedni autorzy stwierdzają ujemne działanie tego metalu (Krauch 1882 i 1883, Nobbe u. Baessler 1884, Haselhoff u. Gössel 1904, Ehrenberg 1910, Lundegårdh 1927), inni przeciwnie, nie spostrzegają szkodliwych skutków jego obecności (Freytag[1], Reichardt, Phillips 1882). Ta niezgodność wynikła prawdopodobnie z różnorodności podłoża, na którym przeprowadzono hodowle, jak i z rozmaitości soli użytych do badań (Baumann 1885). Niemniej stwierdzono bezsprzecznie szkodliwe działanie rozpuszczalnych soli cynku nawet w bardzo małych dawkach (0,1 g $ZnSO_4$ na 1 litr wody wg Kraucha, 1—5 mg Zn na 1 litr wody wg Baumanna, n/5000000 dla $ZnSO_4$ wg Lun-

[1] Praca podawana bez daty znana mi tylko z cytat innych autorów.

degårdha) zależnie od gatunku rośliny. Jednak w warunkach naturalnych cynk występuje najczęściej w postaci soli nierozpuszczalnych, a przy tym zdolności sorbcyjne gleby, zwłaszcza obecność cząstek humusowych i Ca, działają unieszkodliwiająco tak, że toksyczny wpływ cynku nie ujawnia się prawie zupełnie lub tylko słabo (Baumann 1885, Lundegårdh 1927).

W analizach chemicznych stwierdzono gromadzenie dużych ilości cynku przez poszczególne gatunki roślin gleb galmanowych (Sachs 1865 dane Rissego, Jensch 1894, Laband 1901, Javillier 1908, Lundegårdh 1927, Linstow 1929). Największą zawartość, dochodzącą do 1,2% Zn w suchej masie liści podano dla *Thlaspi alpestre var. calaminare* (Sachs 1865).

Dane florystyczne, odnoszące się do gleb galmanowych, jak np. wyróżnienie najcharakterystyczniejszych gatunków (*Viola calaminaria, Thlaspi calaminare, Alsine verna, Armeria Halleri*) lub spisy roślin z terenów galmanowych znaleźć można bądź w rozprawach ogólnych bądź w szczegółowych opracowaniach florystycznych (Wirtgen, Massart 1910, Klein 1925 i inni)[2].

Schulz (1912) i znacznie później Wein (1926—27) zajmowali się stroną historyczną zagadnienia flory galmanowej. Podjąwszy próbę wyjaśnienia, w jakim okresie czasu i dlaczego rośliny galmanowe zajęły dzisiejsze swoje stanowiska, związali oni obecny zasięg roślinności cynkowej z ostatnimi glacjałami i postglacjałem.

W miarę rozwoju socjologii roślin zaczęto badać zespoły roślinne terenów galmanowych. Tu należą prace Libberta (1930), Schwickeratha (1931, 1933, 1940), Heimansa J., Mosseraya (1937). Ich rezultatem było wyróżnienie na tych obszarach zespołu *Violetum calaminariae* i pokrewnego *Armerietum Halleri*.

Zainteresowanie problemem mikroelementów i ich wpływem na organizmy roślinne znalazło również silny oddźwięk w szeregu prac badających znaczenie cynku w życiu roślin. Są to zwłaszcza prace autorów amerykańskich, oświetlające rolę cynku w związku z występowaniem wielu chorób roślin uprawnych jak kukurydzy, ananasów, cytryn, brzoskwiń itp. (Barnette and Warner 1935, Haas 1937, Chandler, Hoagland and Hibbard i inni). Kierunek ten rozwija się ostatnio bardzo silnie, odnosi się on jednak do zagadnienia wpływu niedoboru cynku na metabolizm roślin i stąd nie wchodzi w grę przy badaniach roślin galmanowych, związanych z nadmiarem tego pierwiastka. W związku z powyższym kierunkiem pojawił się również szereg prac

---

[2] Pracy o charakterze botaniczno-chemicznym Kurris F. u. Pagnier J. „Botanisch-chemische Beobachtungen über die Zinkvegetation von Eupen. *Südlimburg Natur-hist. Maand. 14* Maastricht 1925" — nie znam zupełnie.

o charakterze ściśle fizjologicznym (Hargue 1925, Chandler 1937, Mitchell 1948, Barnette, Reed and Dufrenoy). W badaniach podjętych przez wymienionych autorów okazał się cynk konieczny w normalnej przemianie materii. Wpływ cynku na rośliny omówiono również dokładnie w wielu ogólnych dziełach o mikroelementach (Scharrer 1941, Hoagland 1948, Maksimow 1949, Szkolnik 1950).

W ostatnich latach analiza składu chemicznego roślin znalazła zastosowanie w nowej, biogeochemicznej metodzie wykrywania złóż rudonośnych. Ten praktyczny kierunek badań roślinnych rozwinął się na terenie W. Brytanii, Szwecji, Finlandii, St. Zjednoczonych (Rankama 1948, Warren and Howatson 1947, Warren and Delavault 1949). Na podstawie zawartości cynku, miedzi czy innych pierwiastków w tkankach roślin porastających badany teren można stwierdzić w podłożu nie tylko obecność ale również mniejszą lub większą ilościową zawartość poszukiwanego metalu (Gaweł 1947). U nas pierwszą próbą zastosowania częściowego tej metody jest praca Bobrowskiego i Piechoty (1949).

Z terenu Polski do obszaru Górnego Śląska odnoszą się prace Jenscha (1894) i Labanda (1901). Dotyczą one składu chemicznego roślin występujących na górnośląskich hałdach galmanowych. Jensch przeprowadził analizę chemiczną gleby hałd i paru gatunków roślin na nich rosnących, szczególnie tych, które wykazywały zmiany w wyglądzie zewnętrznym. Laband podał jedynie zawartość cynku w trawach rosnących w pobliżu Szarleja.

Prace dotyczące obszaru Olkusza i Bolesławia mają charakter wyłącznie florystyczny (Zalewski 1886, Z. Wóycicki 1913, Pax 1918). Spośród nich praca Wóycickiego podaje dość obszerną charakterystykę roślinności tego obszaru. Wiele trafnych spostrzeżeń można znaleźć również w dziele Paxa.

Celem niniejszego opracowania, odnoszącego się do hałd galmanowych okolic Bolesławia i Olkusza, jest rozszerzenie i uzupełnienie wiadomości dotyczących szaty roślinnej tego obszaru. Obejmuje ono część florystyczną i ekologiczną, tę ostatnią ujętą zresztą zupełnie ogólnie.

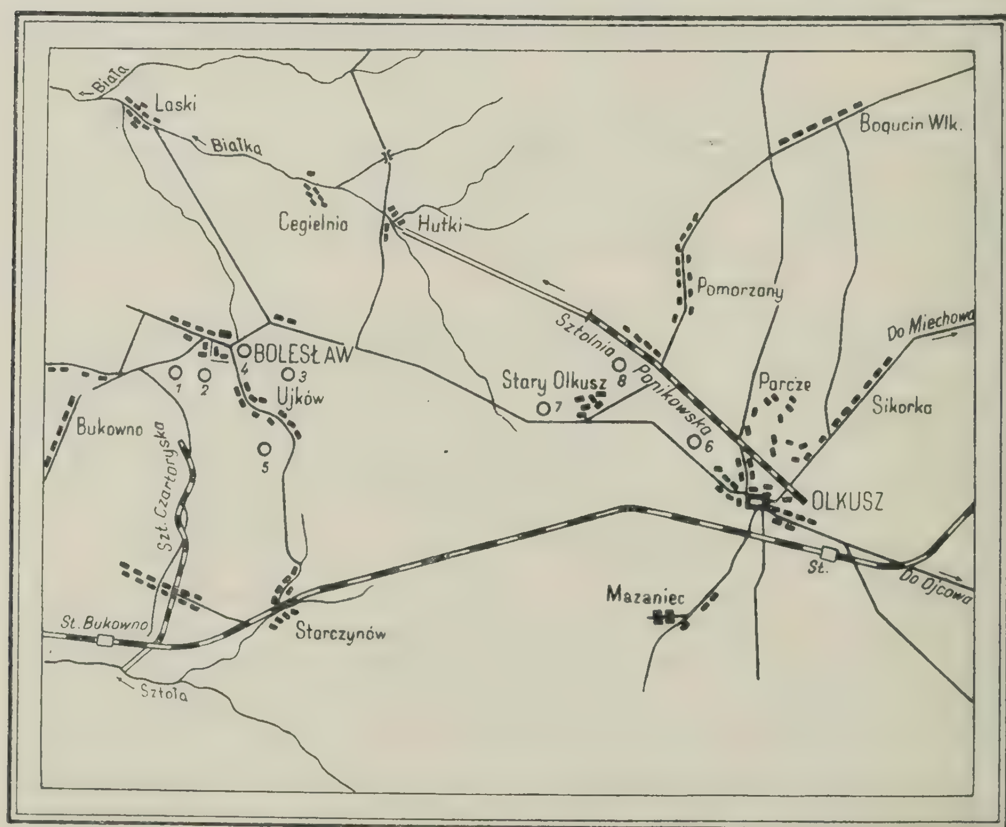
Część druga, przedstawiająca wyniki analiz chemicznych, wykonanych na materiale roślinnym z hałd, jest tematem oddzielnej pracy.

Badania zapoczątkowane w roku 1948 prowadzone były w dalszym ciągu przez rok 1949 i 1950. Obserwacje florystyczne wymagają jeszcze pewnych uzupełnień.

II. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA TERENU

A. Położenie

Badany obszar leży u zachodniej granicy Jury Krakowsko-częstochowskiej (wg Klimaszewskiego (1946) Wyżyny Krakowsko-częstochowskiej), opadającej stromą krawędzią ku Wyżynie Śląskiej. Zajmuje on przestrzeń od Olkusza na wschodzie poza Bolesław ku Sławkowowi na zachodzie, rozciągłości około 8 km (rys. 1). Na południu sięga po



Rys. 1. Okolice Bolesławia i Olkusza.
o — rozmieszczenie stanowisk, na których zbierano materiał do badań (wg Przesmyckiego)

Starczynów (st. kol. Bukowno), na północ niewiele wykracza poza linię drogi Olkusz—Sławków. Jest to teren falisty, z obniżeniami do 306 m n.p.m. i wyniosłościami do 370 m n.p.m. Oczywiście tylko część terenu zajmują badane hałdy galmanowe i obszary po dawnych robotach górniczych. Ich powierzchnia dochodzi najwyżej do paru km².

B. *Klimat*

Klimat badanego terenu można scharakteryzować tylko bardzo ogólnie a to ze względu na zbyt szczupły i fragmentaryczny materiał danych meteorologicznych. Dla orientacji podano w tabeli 1 niektóre dane klimatyczne z jednej strony dla Krakowa z drugiej dla Olkusza ale tylko za okres 9-ciu lat a nawet krótszy. Nie podkreślają one różnic lokalnych, o decydującym znaczeniu dla roślinności. Zaznacza się wyraźniej jedynie wzrost opadów w obszarze Olkusza jak również pewien spadek temperatury szczególnie odnośnie średnich rocznych. Z własnych obserwacji, nie popartych zresztą jakimiś pomiarami, mogę dodać wietrzność, jako cechę charakterystyczną. Przez wszystkie dni jakie spędzałam w terenie (około 46 dni) panowały to słabsze to silniejsze wiatry, a niekiedy tak silne, że wprost przeszkadzały w pracy. Szczególnie dotkliwie dawały się one odczuć na szczytach wysokich hałd. Dla ilustracji przytoczono w tabeli 1 dane, odnoszące się do średniej prędkości wiatru dla Krakowa i Olkusza za 7 lat i fragmentaryczne, za 3 lata dla Stalinogrodu. Wiatr być może jest jednym z ważnych czynników, wpływających na roślinność tego obszaru. Do sprawy tej powrócę jeszcze przy charakterystyce florystycznej terenu.

C. *Budowa geologiczna i krajobraz*

Krajobraz terenów galmanowych związany jest ściśle z budową geologiczną. Najważniejszą rolę odgrywają tu utwory triasowe i dyluwialne. Jura, tak charakterystyczna dla Wyżyny Krakowsko-częstochowskiej, stanowi tylko jakby obramienie, okalające swą wysoką krawędzią wschodnią część terenu, na właściwym obszarze galmanowym jej nie spotykamy. Tutaj u południowego krańca, od Sławkowa po Starczynów, zalegają utwory permskie w postaci zlepieńców i tufów, stanowiące dolną granicę triasu, dolnotriasowe iły i młodsze wapienie jamiste i dolomity rötu (R u t k o w s k i 1929). Część środkową obszaru z terenami hałd galmanowych, zajmuje garb zbudowany z wapieni muszlowych i dolomitów kruszconośnych. Garb ten, z charakterystycznymi, niewielkimi wyniosłościami (360 m n.p.m. koło Starego Olkusza, 350 m nad Starczynowem, 370 m na zachód od Bolesławia), to wysunięty najbardziej na wschód koniec „pasma" triasowego, ciągnącego się od Tarnowskich Gór przez Siewierz, Łosień ku Olkuszowi. Tutaj w okolicy Olkusza tworzy on zatokę triasową wśród wyższych skał jurajskich (P r z e s m y c k i 1929). Ze skałami dolomitowymi związane są bogactwa rud. Są to przede wszystkim rudy cynku, następnie ołowiu, często towarzyszą im też rudy żelaza. Cynk występuje w dolomitach kruszconośnych najczęściej w postaci tzw. galmanów (mieszaniny krzemianów czyli kalaminu i węglanu cynku). Tu

Tabela 1.

Niektóre dane klimatyczne dla Krakowa i Olkusza

1. Temperatury średnie, minimalne, maksymalne i amplitudy dla Krakowa i Olkusza za okres 1925 — 1933 (na podstawie danych z Roczników P. I. M.)

Kraków	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Temperatury średnie	1,7	2.1	2.2	7.8	14,1	16.6	19.6	17,8	14.1	9.2	4.6	1,5	8,4
Średnie minima absolutne	—13,9	—14,3	9.4	-2,6	2.6	6,1	9.6	8,4	4.2	—1,7	—5,9	12,3	19.1
Średnie maksima absolutne	7,8	8,8	16.9	22.1	26.8	29,5	31,3	29,0	27,6	21,8	16.4	8.5	31,9
Średnia amplituda	21,7	23.1	26,3	24.7	24,2	23,4	21,7	20,6	23,4	23.5	22,3	20.8	51,0
Olkusz													
Temperatury średnie	—2,7	-3.3	0.6	6,3	12,8	15,2	18,2	16.5	13,0	8,2	3.6	-2.5	7,1
Średnie minima absolutne	—16,7	19,2	14,4	5,4	0,2	2.5	6,0	5,4	1,9	3.1	—7,2	18.2	—24.1
Średnie maksima absolutne	7,9	8,7	16.7	21.6	25,8	28,9	31,2	29,2	27.7	28,6	16.7	8,2	32,0
Średnia amplituda	24,6	27,9	31,1	27.0	26,0	26,4	25,2	23.8	25,8	31,7	23.9	26,4	56.1

2. Miesięczne i roczne sumy opadów w mm dla Krakowa i Olkusza w latach 1925 — 1933

Miejscowość	Wys. npm	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Kraków	209	28,4	24,9	32,1	46,1	59,6	109,1	96,3	97,3	69.7	47,7	43,5	26,9	692.1
Olkusz	365	37,6	30,8	35,6	51,0	62,2	86,2	110,6	101,2	71,7	64,0	44,1	38,0	732,2

3. Prędkość średnia wiatru dla Krakowa i Olkusza za okres 7 lat (1925 — 1931) i dla Stalinogrodu (za 3 lata)

Miejscowość	lata obserw.	godz. 7	godz. 13	godz. 21 (19)
Kraków	7	1,6	2,7	1,6
Olkusz	7	4,1	5,5	3,1
Stalinogród	3	2,4	3,9	2,1

też występują rudy ołowiu zawierające srebro jako domieszkę. Niżej leżące złoża dolne to przeważnie blenda cynkowa z wpryśnięciami galenitu, oraz siarczki żelaza (piryt markazyt). Stwierdzono również małe domieszki arsenu i antymonu (R u t k o w s k i 1929, K u ź n i a r 1930). Warstwy wapieni muszlowych i dolomitów zapadają łagodnie ku półn. wschodowi pod młodsze osady kajprowe i jurajskie. Analogicznie do utworów dolnotriasowych, obrzeżających teren z południa, szare i czerwone iły kajprowe, powstałe w czasie powolnego cofania się morza triasowego budują północną część obszaru. Analogię wykazują one także w twardości tworzących je skał. I jedne i drugie są miękkie i nietrwałe w porównaniu z wapieniami i dolomitami. Uległy też w późniejszych epokach geologicznych niszczącemu działaniu czynników erozyjnych, zostały częściowo rozmyte i zdenudowane, a na obszarach przez nie zajmowanych powstały szerokie obniżenia. W dyluwium wypełniły je potężne masy piasków o miąższości od kilkudziesięciu cm do 50 m, nadające obecnie charakterystyczny wygląd krajobrazowi tych okolic. Na utworach kajprowych, w obniżeniu północnym, zaczynającym się pod Pomorzanami na pn. od Starego Olkusza leży znana pustynia Błędowska, obszar piasków widocznych tuż na pd.-zachód pod Olkuszem to mniejsza „pustynia" Starczynowska. Piaski okolic Olkusza mają charakter równinny, większe wydmy piaszczyste znajdują się w pobliżu Pomorzan i w okolicach miejscowości Klucze (P r z e s m y c k i 1929).

D. Gleby

Zgodnie z charakterem geologicznym podłoża na terenach sąsiadujących z badanym obszarem występują gleby ubogie, piaszczyste, częściowo należące do typu bielic (M e d w e c k a - K o r n a s i o w a 1952). Na przestrzeni zajętej przez dawne i obecne roboty górnicze a więc właściwym terenie badań mówić można jedynie o podłożu sztucznie wytworzonym przez człowieka. Są to usypiska ogólnie przypominające swym wyglądem gleby szkieletowe, kamieniste, bez wyraźnego zróżnicowania profilowego. Pokrywa je cienka parucentymetrowa szczególna warstwa surowej próchnicznej darni, wyraźnie oddzielająca się od reszty podłoża (S c h w i c k e r a t h 1931). Tylko w niewielu miejscach jest ona nieco grubsza, nie oddzielająca się wyraźnie, wtedy zmienia się również charakter zwarcia pokrywającej ją roślinności — zbiorowisko przybiera cechy zbiorowiska łąkowego.

Próbki podłoża zbadane co do wartości pH (odczyn zawiesiny glebowej i 1 n KCl metodą elektrometryczną) wykazały przynależność do gleb obojętnych i alkalicznych z przewagą tych ostatnich. Najniższa wartość na obszarze dawnych robót górniczych, o zwartej szacie roślinnej, wyno-

siła pH = 7,00, najwyższa pH = 8,05 na typowej hałdzie o luźnym zwarciu roślin. Na przyległych łąkach zajętych przez *Molinietum* wartość pH wynosiła 6,62.

E. Nawodnienie

Z występowaniem grubych pokładów piasku wiążą niektórzy ubóstwo wodne obszaru (L e n c e w i c z 1937). Jednak na granicach opisywanego terenu wszędzie spotyka się mniejsze lub większe strugi wodne (rys. 1). Należy wymienić choćby najważniejsze. I tak ginąca w piaskach pod Olkuszem rzeka Baba zasila strumyki wypływające pod Starczynowem i na moczarowatych łąkach w pobliżu Starego Ujkowa. Część z nich kieruje się ku pd.-zachodowi i wpada do pobliskiej Sztoły. W północnej części obszaru w pobliżu Pomorzan wypływają z odkrytego kanału dawnej sztolni ponikowskiej rwące i zimne wody, zasilające rzeczkę Białkę i wraz z nią wpadające do Białej. Płyną one ze wschodu na zachód w głębokim piaszczystym wykopie. Nad ich brzegami występuje *Cochlearia polonica* F r ö h l, podana stąd przez Z a l e w s k i e g o w roku 1886 jako *C. officinalis* a zbierana przeze mnie w r. 1948. Na obszarze zajętym przez hałdy spotykamy także strumyki wodne — to kanały sztolni bolesławskiej, odprowadzającej wody do Białki ku północy oraz sztolni czartoryskiej w Starczynowie, kierującej się ku pd.-zachodowi do Sztoły. Na terenie samych hałd występują również zbiorniki, niby stawki powstałe przez wypełnienie wodą dołów kopalnianych.

F. Roślinność

Roślinność badanego terenu nie jest zbyt urozmaicona. Na suchych piaskach występują częściowo sadzone lasy sosnowe, miejscami zawierające domieszkę *Pinus Banksiana*, często skrajnie ubogie, bez runa lub tylko z takimi gatunkami jak *Deschampsia flexuosa, Koeleria glauca, Calluna vulgaris* i porostami (*Cladonia* sp.) a w niektórych partiach z *Vaccinium myrtillus*. Duże przestrzenie zajmują pod Olkuszem i Starczynowem prawie czyste piaski, słabo zarośnięte przez *Corynephorus canescens*, *Thymus serpyllum*, tu i ówdzie *Sempervivum soboliferum* lub *Carex hirta*. Obecnie na piaskach tych sadzi się miejscami *Salix acutifolia*. Na terenach wilgotniejszych, w kierunku północnym zjawiają się bagniste lasy sosnowe z *Vaccinium uliginosum*, *Ledum palustre* i *Sphagnum*. Podmokłe łąki koło Bolesławia, St. Ujkowa i Starczynowa porasta *Molinietum*. Część obszaru zajęta jest pod uprawę roli — między lichymi polami sterczą gdzieniegdzie niewielkie pagórki z usypiskami dolomitowymi czy wapiennymi lub skupieniami niewysokich krzewów. Ale najcharakterystyczniejsze piętno nadają krajobrazowi wszędzie widoczne żółte, strome hałdy, setki dołków zapadłych małych i większych szybików, tyleż pagórów-

warp usypanych przy ich kopaniu. Porasta je specjalna roślinność, niskie zbiorowiska murawowe, o zwarciu miejscami bardzo luźnym, przypominające roślinność usypisk i piargów. Dokładny jej opis podał Z. Wóycicki (1913). Brak tu zupełnie drzew, tylko w niewielu miejscach rosną między pagórkami i dołkami niskie sosny i liczne jałowce (wzniesienie k. St. Olkusza), a wyjątkowo na krańcach i inne krzewy jak *Corylus avellana, Frangula alnus, Rhamnus cathartica, Evonymus europaea, Cornus sanguinea, Crataegus* sp. Te strzępki liściastych zarośli lub małych lasków sosnowych przypominają nieco swym składem florystycznym zarośla skałek wapiennych. W ich runie spotkać można *Peucedanum cervaria, Geranium sanguineum, Phleum Boehmeri* itp.

G. Gospodarka człowieka

Ten specyficzny krajobraz związany jest ze wspomnianym już poprzednio bogactwem rud w dolomitach kruszconośnych i górniczą działalnością człowieka.

Z historii górnictwa olkuskiego i bolesławskiego przytaczanej wielokrotnie w różnych pracach (Kosiński 1882, Jasiński 1884, Kozłowski 1887, Siemiradzki 1903, Romer (Grzybowski) 1912, Przesmycki 1929, Lencewicz 1927) podam parę danych, ilustrujących niektóre zagadnienia niniejszego opracowania.

Pierwsze wiadomości historyczne, dotyczące kopalń olkuskich pochodzą z XIII w. Górnictwo rozwijało się odtąd przez długi czas korzystając jedynie z rud ołowiu, z których wydobywano także srebro, galman jako nieużyteczny odrzucano. Prace prowadzono tylko przy pomocy płytkich szybów do poziomu wód zaskórnych. W XVI w. przeprowadzono pierwsze kanały odwadniające tzw. sztolnie. Pozwoliło to na pogłębienie szybów i wykorzystanie głębszych pokładów a niewątpliwie wpłynęło również na zmianę wyglądu okolicy. Z czasem wskutek zaniedbania i braku robót konserwacyjnych sztolnie uległy zasypaniu i woda zalała kopalnie tak, że koniec w. XVII i w. XVIII to zupełny upadek górnictwa. Dopiero z chwilą gdy z galmanu zaczęto wytapiać cynk, pod koniec XVIII w. i z początkiem XIX w., roboty górnicze odżyły na nowo. Duże ilości galmanu wydobywano teraz na wychodni dolomitów w okolicy St. Olkusza. Korzystano też z kawałków wyrzuconych na wierzch przy dawnych robotach górniczych. Potem zaczęto prowadzić prace w odkrywkach i szybach tamtejszej kopalni. Roboty te wkrótce jednak zarzucono (około 1884 r.). Obecnie na tamtejszym terenie dawnych robót górniczych między licznymi dołkami i pagórkami rosną niskie sosny i jałowce. Hałdy w pobliżu Olkusza i Pomorzan, z ostatnich dziesiątków lat pochodzące, powstały przy nieczynnej już obecnie kopalni i płuczce. W wielu miej-

scach pod Olkuszem można również zaobserwować masy ciemnego żużla ołowianego zalegające okolicę, a pochodzące z dawnych hut ołowiu i srebra. Nieco inaczej przedstawia się teren Bolesławia. Od 1870 r. roboty górnicze prowadzono tu na dużą skalę. Odnowiono stare sztolnie, wykopano świeże, wywiercono nowe szyby. Tu też obok charakterystycznych starych zrobów górniczych starych hałd, spotyka się hałdy późniejsze, dopiero zarastające lub jeszcze zupełnie nie porośnięte.

Ostatnio okolica ulega tak wielkim przemianom, z dnia na dzień, że prawdopodobnie w ciągu paru najbliższych lat większość zbiorowiska roślinności galmanowej ulegnie zniszczeniu. W tej chwili nie istnieje już wiele płatów roślinności uwzględnianych przy zdjęciach socjologicznych w 1948 r. i 1949 r.

W ogóle wygląd szaty roślinnej od czasu opisania jej przez Wóycickiego zmienił się wyraźnie. Nie spotyka się już prawie nigdzie widocznych na zdjęciach i stale przez Wóycickiego podkreślanych „stanowych" skupień takich roślin jak *Reseda lutea, Viola saxatilis, Erysimum pannonicum, Carlina acaulis,* czy innych (Obrazy Roślinności Król. Polsk. 1913). Zniszczyła je coraz intensywniejsza gospodarka człowieka a między innymi niewątpliwie także wypasanie przez kozy i owce.

III. CHARAKTERYSTYKA FLORYSTYCZNA I EKOLOGICZNA

1. *Charakterystyka florystyczna*

Do charakterystyki florystycznej terenów galmanowych Bolesławia, Olkusza i najbliższej okolicy, skreślonej przez Zalewskiego (1886), Wóycickiego (1913), Paxa (1918) niewiele można dodać. Zaobserwowałam tu około 267 gatunków roślin kwiatowych i paprotników, nadto 17 oznaczonych tylko co do rodzaju. Nie uwzględniłam w tej liczbie chwastów polnych, jedynie wliczyłam te, które bezpośrednio z pól wchodzą na skraj hałd. Liczba gatunków podanych przez Zalewskiego i Wóycickiego wynosiła 156.

Prócz spisu roślin wykonano na badanym obszarze kilkadziesiąt prowizorycznych zdjęć socjologiczno-roślinnych, będących materiałem wyjściowym dla zamierzonego dalszego opracowania socjologicznego. Wykonano je na poszczególnych, typowych terenach galmanowych a mianowicie: tuż pod Olkuszem, na wzniesieniu k. St. Olkusza, k. Pomorzan, w Bolesławiu, k. St. Ujkowa, między Bolesławiem a Starczynowem. Rys. 1 w przybliżeniu ilustruje powyższe rozmieszczenie. Z danych zawartych w tych zdjęciach korzystano przy zestawieniu systematycznego wykazu gatunków roślin naczyniowych stwierdzonych na terenach galmanowych, z nich zestawiono również listę gatunków mchów i porostów tego obszaru.

Należy zaznaczyć, że wykaz gatunków mchów i porostów jest niekompletny, obejmuje on tylko te gatunki, które stwierdzono przy wykonywaniu wspomnianych zdjęć socjologiczno-roślinnych.

SYSTEMATYCZNY WYKAZ GATUNKÓW ROŚLIN
STWIERDZONYCH NA OBSZARZE TERENÓW GALMANOWYCH I NAJBLIŻSZEGO OTOCZENIA

Objaśnienia: skróty W. Z. oznaczają, że gatunek ten podawali Wóycicki i Zalewski; krzyżyk przy nazwie gatunkowej rośliny oznacza, że występuje ona na terenie robót górniczych; liczby w nawiasie oznaczają w ilu prowizorycznych zdjęciach socjologiczno-roślinnych na wykonanych 70 stwierdzono dany gatunek. Nomenklaturę gatunków paprotników i roślin kwiatowych podano wg „Rośliny Polskie" (Szafer Wł., Kulczyński St., Pawłowski B., 1953).

LICHENES

Systematyczny wykaz gatunków porostów występujących na terenach robót górniczych (porosty oznaczył dr J. Zurzycki)

1. *Cetraria aculeata* (Schreb.) Th. Fr.
2. *Cetraria islandica* (L.) Ach.
3. *Cladonia fimbriata* (L.) Sandst.
4. *Cladonia foliacea* (Huds). Schaer.
5. *Cladonia furcata* (Huds.) Schrad.
6. *Cladonia pyxidata* (L.) Fr.
7. *Cladonia rangiferina* (L.) Web.
8. *Cladonia sylvatica* (L.) Hoffm.
9. *Diploschistes scruposus* (L.) Norm.
10. *Stereocaulon tomentosum* Fr.

MUSCI

Systematyczny wykaz gatunków mchów występujących na terenach robót górniczych (mchy oznaczone z pomocą doc. dra B. Szafrana)

1. *Barbula fallax* Hedw.
2. *Barbula unguiculata* Hedw.
3. *Brachythecium albicans* (Neck.) Br. Eur.
4. *Brachythecium salebrosum* Br.
5. *Brachythecium velutinum* (L.) Br. Eur.
6. *Bryum badium* Bruch.
7. *Bryum capillare* (L.)
8. *Bryum caespiticium* (L.) b. pospolity
9. *Camptothecium lutescens* Br. często masowo
10. *Ceratodon purpureus* Brid.
11. *Climacium dendroides* Web. et Mohr.
12. *Ditrichum flexicaule* Hampe
13. *Encalypta vulgaris* Hoffm.
14. *Entodon Schreberi* Moenk.
15. *Fissidens decipiens* De Not
16. *Grimmia apocarpa* Hedw.

17. *Rhacomitrium canescens* Brid.
18. *Rhynchostegium megapolitanum* (Blabd.) Br. Eur.
19. *Rhytidiadelphus triquetrus* Warnst.
20. *Thuidium abietinum* Br. Eur.
21. *Thuidium delicatulum* Mitt.
22. *Tortella tortuosa* Limpr.

(W lasach sosnowych *Leucobryum glaucum* Schimp).

ARCHEGONIATAE

Pteridophyta

Filicinae

Ophioglossaceae

1. + *Botrychium lunaria* (L.) Sw. — tylko w jednym miejscu na zarośniętej hałdzie k. kopalni Ulisses. W.

Polypodiaceae

2. + *Asplenium ruta muraria* L. — w jednym miejscu na skałach k. starej kopalni — St. Olkusz Z. W.
3. + *Asplenium viride* Huds. — pojedynczo na wzniesieniu k. St. Olkusza, St. Ujkowa i k. Starczynowa, wszędzie na pn. stronie zagłębień (3) W.
4. *Athyrium filix-femina* (L.) Roth. — sporadycznie na pd. od St. Ujkowa. Z.
5. *Dryopteris filix-mas* (L.) Schott — pod krzewami leszczynowymi k. St. Ujkowa Z.
6. + *Phegopteris Robertiana* (Hoffm.) A. Br. — pojedynczo na wzniesieniu k. St. Olkusza. W.
7. + *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn. — sporadycznie k. St. Olkusza i najbliższej okolicy na krawędziach terenu górniczego.

Equisetinae

Equisetaceae

8. *Equisetum arvense* L. — łąki w sąsiedztwie terenów górniczych.
9. *Equisetum hiemale* L. — piaski pod Olkuszem i brzegi lasu sosnowego.
10. *Equisetum palustre* L. — łąki w sąsiedztwie terenów górniczych.

ANTHOPHYTA

Gymnospermae

Coniferae

Pinaceae

11. *Pinus Banksiana* Lamb. — sadzony na piaskach w okolicach Bolesławia i Olkusza.
12. + *Pinus silvestris* L. — luźne skupienia karłowatych okazów na wzniesieniu k. St. Olkusza (4) — poza tym lasy na piaskach oraz bagnistych terenach na pn. W.

Cupressaceae

13. + *Juniperus communis* L. — obficie na wzniesieniu k. St. Olkusza, — gdzie indziej w pojedynczych okazach (15). W.

Angiospermae

Dicotyledones

Betulaceae

14. + *Betula verrucosa* Ehrh. — k. St. Ujkowa na hałdach sporadycznie w postaci młodych siewek.
15. + *Corylus avellana* L. — obrzeżenie terenów górniczych — wkracza na sam skraj hałd (St. Ujków). Egzemplarze b. silnie obgryzione przez kozy i owce. W.

Salicaceae

13. *Populus tremula* L. — pojedynczo w lesie sosnowym i na skraju terenów górniczych.
17. *Salix rosmarinifolia* L. — łąki torfiaste i piaski, także w lesie sosnowym, podchodzi pod sam skraj terenów górniczych. W. Z.

Urticaceae

18. + *Urtica dioica* L. — sporadycznie na hałdach k. st. Ujkowa.

Santalaceae

19. + *Thesium alpinum* L. — sporadycznie na terenie dawnych robót górniczych i na otaczających obszarach (przy drodze z Olkusza do Bolesławia) (2) W.
20. *Thesium linophyllon* L. — Bolesław, w jednym miejscu na pd. krańcach terenów hałd.

Polygonaceae

21. *Polygonum amphibium* L. — łąka w Bolesławiu.
22. + *Polygonum aviculare* L. — sporadycznie na terenie górniczym Bolesławia i St. Ujkowa.
23. *Polygonum bistorta* L. — łąki w najbliższej okolicy hałd.
24. *Polygonum convolvulus* L. — sporadycznie k. pól.
25. + *Rumex acetosa* L. — na całym obszarze pospolity, choć tylko pojedynczo, okazy małe, niekwitnące na szczytach hałd — w zagłębieniach większe, silniej rozwinięte. Również na sąsiednich piaskach, łąkach, w lesie (51). W.
26. + *Rumex acetosella* L. — rozproszony na całym obszarze pojedynczo, także na sąsiednich polach i w lasach sosnowych, na brzegach (18). W.
27. *Rumex thyrsiflorus* Fing. — na skraju terenów górniczych i na łące w Bolesławiu sporadycznie.

Chenopodiaceae

28. *Corispermum hyssopifolium* L. — wzdłuż toru kolej. i na piaskach k. Bukowna (od Sławkowa ku Olkuszowi).
29. *Chenopodium album* L. — sporadycznie na miejscach nawożonych k. St. Ujkowa.
30. *Polycnemum majus* A. Br. — wzdłuż toru kolej. k. Bukowna (od Sławkowa ku Olkuszowi).
31. *Salsola kali* L. — wzdłuż toru kolejowego i na piaskach k. Bukowna (od Sławkowa ku Olkuszowi).

Caryophyllaceae

32. + *Arenaria serpyllifolia* L. — sporadycznie na terenach robót górniczych (pod Olkuszem, k. St. Ujkowa) — poza tym na pobliskich piaskach i pastwiskach, miejscami dość obficie (5). W.
33. + *Cerastium arvense* L. — pospolity na hałdach i w najbliższej okolicy — szczególnie pod Olkuszem, raczej charakterystyczny dla terenów o zbitej darni a nie dla świeżych hałd (16). W.
34. + *Cerastium vulgatum* L. — sporadycznie na hałdach i w najbliższej okolicy (łąki).
35. + *Cerastium semidecandrum* L. — gdzieniegdzie na hałdach (3) — masowo na okolicznych piaskach. W.
36. + *Dianthus carthusianorum* L. — wszędzie na hałdach świeżych i starszych bardzo pospolity i charakterystyczny, ale tylko dość obficie, w formie drobnej, o prawie szczeciniastych liściach, także wszędzie w najbliższej okolicy (63). W.
37. + *Gypsophila fastigiata* L. — wszędzie pospolity tak na świeżych hałdach jak i na terenach dawnych robót górniczych, miejscami dość obficie — także w najbliższych lasach sosnowych i na piaskach (48). W.
38. *Herniaria hirsuta* L. — na polu podchodzącym pod obszar hałd w Bolesławiu.
39. + *Herniaria glabra* L. — rozproszony na hałdach i sąsiednich piaskach (4). W.
40. *Lychnis flos-cuculi* L. — łąki, pojedynczo. W.
41. + *Melandrium album* (Mill.) Garcke — sporadycznie na hałdach (St. Ujków) i pobliskich łąkach.
42. *Sagina nodosa* (L.) Fenzl. — łąki w Bolesławiu i Starczynowie sąsiadujące z obszarem górniczym.
43. *Scleranthus annuus* L. — piaski. W.
44. *Scleranthus perennis* L. — piaski, lasy sosnowe w najbliższym otoczeniu terenów górniczych dość często. W.
45. + *Silene inflata* (Salisb.) Sm. — wszędzie pospolity nawet na najświeższych hałdach, tu obficie szczególnie jako var. *angustifolia* Koch., również wszędzie w najbliższym sąsiedztwie (piaski, las, łąki) (48). W.
46. + *Silene nutans* L. — pojedynczo na terenach dawnych robót górniczych, częściej na wyniosłości k. St. Olkusza — także w lesie sosnowym (4) W.
47. + *Silene otites* (L.) Wib. — częściej w obszarze Olkusza, St. Olkusza i St. Ujkowa, na typowych hałdach brak — także w najbliższym sąsiedztwie (pola, brzegi lasu) (16). W.
48. *Stellaria graminea* L. — łąki w stronę P. Błędowskiej.
49. *Stellaria media* Vill. — pola tuż przy hałdach.

Euphorbiaceae

50. *Euphorbia cyparissias* L. — na całym obszarze rozproszony na hałdach i najbliższej okolicy (piaski, pastwiska), raczej w miejscach bardziej zarosłych (13). W.

Berberidaceae

51. *Berberis vulgaris* L. — zbocza wydm pod Pomorzanami, wzniesienia k. St. Olkusza, las sosnowy. Z. W.

Ranunculaceae

52. *Caltha palustris* L. — pojedynczo, łąki podmokłe.
53. + *Pulsatilla patens* (L) Mill — k. St. Olkusza na wzniesieniu i na skraju zarośli sosnowych, tu obficie.

54. + *Pulsatilla vernalis* (L.) Mill. — k. St. Ujkowa na terenie dawnych robót górniczych. Niszczona masowo przez dzieci. Podawał ją z Bolesławia C. Schneider.
55. + *Ranunculus acer* L. — wszędzie na terenie robót górniczych pospolity, na szczytach hałd w formie drobnej, w zagłębieniach w postaci większych silniej rozwiniętych okazów — także wszędzie w najbliższej okolicy (42). W.
56. *Ranunculus auricomus* L. — łąki w stronę P. Błędowskiej.
57. + *Ranunculus bulbosus* L. — tu i ówdzie na całym obszarze, więcej pod Olkuszem (20). W.
58. *Ranunculus flammula* L. — łąki sąsiadujące z terenami górniczymi.
59. + *Ranunculus repens* L. — sporadycznie na terenach górniczych, także na pobliskich łąkach.
60. *Thalictrum lucidum* L. — podmokłe łąki w stronę P. Błędowskiej.
61. *Thalictrum minus* L. — po brzegach terenów górniczych, na granicy pól.

Cruciferae

62. *Alyssum calycinum* L. — sporadycznie (przy drodze Olkusz—Bolesław).
63. + *Alyssum montanum* L. — wszędzie pospolity, także na świeżych hałdach — na okolicznych pastwiskach, piaskach, w lasach sosnowych miejscami obficie (34). Z. W.
64. + *Arabis arenosa* (L.) Scop. — wszędzie b. pospolity, szczególnie na obszarze Bolesławia, także na zupełnie świeżych hałdach — również na sąsiednich polach, piaskach, na brzegu lasów sosnowych miejscami b. obficie (43). W.
65. + *Arabis Halleri* L. — tylko na brzegu górniczego obszaru w sąsiedztwie krzewów leszczyny pod St. Ujkowem i od strony Lasek — zresztą na sąsiednich torfiastych łąkach, tu miejscami dość licznie (w stronę P. Błędowskiej).
66. + *Biscutella laevigata* L. — typowy i b. pospolity na całym terenie robót górniczych z wyjątkiem obszaru Olkusza, również na zupełnie świeżych hałdach, miejscami dość licznie szczególnie na nieustalonych żwirkach — także na brzegach lasu sosnowego k. St. Olkusza. Unika terenów o zbitej darni. Znalazł go w Bolesławiu pierwszy G. Schneider (Uechtritz 1876) (47). Z. W.
67. *Cardamine pratensis* L. — wilgotne łąki otaczające tereny robót górniczych. W.
68. *Cochlearia polonica* Frölich — nad strumieniem w wykopie dawnej sztolni ponikowskiej, podany prawdopodobnie stąd przez Zalewskiego w r. 1886 jako C. officinalis. Z.
69. *Erophila verna* (L.) C. A. M. — łąka w stronę P. Błędowskiej.
70. + *Erysimum cheiranthoides* L. — sporadycznie na wzniesieniu k. St. Olkusza.
71. + *Erysimum pannonicum* Cr. — na terenach dawnych robót górniczych tylko w obszarze Olkusza i na wzniesieniu k. St. Olkusza, miejscami dość licznie, zupełny brak w obszarze hałd w Bolesławiu i k. St. Ujkowa. Występuje także w lasach sosnowych wzdłuż drogi z Olkusza do Bolesławia (19). W.

Resedaceae

72. + *Reseda lutea* L. — na całym obszarze choć może nie obficie, także na świeżych hałdach — występuje również w najbliższej okolicy (lasy, piaski), brak pod samym Olkuszem (14). Z. W.

Cistaceae

73. + *Helianthemum ovatum* (Viv.) Dun. — wszędzie rozproszony, miejscami obficiej — także w najbliższym sąsiedztwie terenów górniczych (las sosnowy, piaski) (15). Z. W.

Violaceae

74. *Viola canina* Rchb. — łąka k. St. Ujkowa.
75. *Viola hirta* L. — na skraju terenów górniczych w St. Ujkowie pod krzewami leszczyny i na kamienistych pagórkach w polu.
76. *Viola palustris* L. — łąka k. St. Ujkowa.
77. + *Viola rupestris* Schm. — wszędzie na terenie galmanowym, miejscami dość obficie (aspekt wiosenny), brak pod samym Olkuszem (17).
78. + *Viola tricolor* L. — pospolity tak na terenach górniczych jak i w najbliższej okolicy (pola, łąki), obficie (11). W.

Guttiferae

79. *Hypericum perforatum* L. — sporadycznie na pd. od Bolesławia.

Crassulaceae

80. + *Sedum acre* L. — pojedynczo na terenie robót górniczych — b. obficie na najbliższych piaskach i w lesie sosnowym (3). W.
81. *Sedum maximum* Sut. — sporadycznie pod krzewami leszczyny k. St. Ujkowa.
82. + *Sempervivum soboliferum* Sims. — na skraju terenów górniczych w St. Ujkowie oraz na otaczających piaskach i w lesie sosnowym (2). Z. W.

Saxifragaceae

83. + *Parnassia palustris* L. — sporadycznie na hałdach w Bolesławiu (wielki wykop) i na pobliskich łąkach.

Rosaceae

84. *Alchemilla glabra* Neygenfind — sporadycznie, łąka w stronę P. Błędowskiej.
85. *Crataegus monogyna* Jacq. — wapienne kamieniste pagórki w polach.
86. *Filipendula hexapetala* Gilib. — łąka w stronę P. Błędowskiej.
87. *Filipendula ulmaria* (L.) — Maxim. — łąki otaczające tereny górnicze.
88. *Fragaria vesca* L. — sporadycznie w lesie sosnowym na miejscach prześwietlonych i na pd. od Bolesławia.
89. *Geum rivale* L. — łąki w stronę P. Błędowskiej.
90. + *Potentilla arenaria* Borkh. — wszędzie b. charakterystyczny także na świeżych hałdach, miejscami obficie — również na piaskach i w lesie sosnowym (58). W.
91. + *Potentilla erecta* (L.) Hampe. — pojedynczo na terenie robót górniczych, na darni raczej ustalonej (Bolesław, St. Ujków) — także pospolity na najbliższych łąkach i w lesie sosnowym (10).
92. *Padus avium* Mill. — razem z leszczyną na skraju terenów górniczych k. St. Ujkowa.
93. *Prunus spinosa* L. — kamieniste pagórki w polach k. terenów górniczych.
94. + *Rubus caesius* L. — sporadycznie na terenie górniczym k. St. Ujkowa.
95. *Rubus idaeus* L. — las sosnowy prześwietlony przy drodze. Olkusz-Bolesław.
96. *Sanguisorba officinalis* L. — łąki otaczające tereny górnicze. W.
97. *Sanguisorba minor* Scop. — sporadycznie na łące w stronę P. Błędowskiej.

Papilionaceae

98. + *Anthyllis vulneraria* L. — wszędzie pospolity, miejscami dość liczny — także na piaskach i w najbliższych lasach sosnowych (47). Z. W.
99. *Coronilla varia* L. — sporadycznie na terenie robót górniczych (w jednym miejscu).
100. + *Cytisus ratisbonensis* Schaeff. — sporadycznie na terenach górniczych— również w lesie sosnowym.
101. *Genista tinctoria* L. — sporadycznie k. Bolesławia na granicy terenów galmanowych i w lesie sosnowym.
102. *Lathyrus pratensis* L. — łąki w najbliższym otoczeniu Bolesławia.
103. *Lathyrus vernus* (L.) Bernh. — St. Ujków pod krzewami leszczyny.
104. + *Lotus corniculatus* L. — pospolity wszędzie na całym obszarze robót górniczych — również w najbliższej okolicy (55). Z. W.
105. + *Medicago lupulina* L. — sporadycznie (hałda w St. Ujkowie).
106. + *Melilotus albus* Med. — sporadycznie — brzegi hałd graniczących z polami.
107. *Ononis arvensis* L. — sporadycznie w najbliższej okolicy Bolesławia.
108. + *Ononis spinosa* L. — sporadycznie na hałdach i na kamienistych pagórkach w polach.
109. *Trifolium arvense* L. — sporadycznie piaski pod Olkuszem, nieużytki, w jednym miejscu na hałdzie (St. Ujków).
110. *Trifolium montanum* L. — sporadycznie łąki.
111. + *Trifolium pratense* L. — sporadycznie na hałdach w małych, karłowatych egzemplarzach — również na sąsiednich łąkach (2). W.
112. + *Trifolium repens* L. — na całym obszarze pojedynczo — więcej na skrajach terenów górniczych — także na sąsiednich łąkach (20).
113. + *Vicia cracca* L. — sporadycznie na skraju terenów górniczych, więcej na sąsiednich łąkach (2). W.

Lythraceae

114. *Lythrum salicaria* L. — łąki w sąsiedztwie terenów górniczych.

Oenotheraceae

115. *Chamaenerion angustifolia* L. — sporadycznie w lesie sosnowym (przy drodze Olkusz — Bolesław). Z. W.

Linaceae

116. + *Linum catharticum* L. — wszędzie na hałdach pospolity choć nie obficie — także na najbliższych łąkach (29). W.

Oxalidaceae

117. *Oxalis stricta* L. — pola sąsiadujące z hałdami sporadycznie.

Geraniaceae

118. *Erodium cicutarium* (L.) L'Herit — sporadycznie piaski. W.
119. *Geranium palustre* L. — łąki w Bolesławiu i w najbliższej okolicy.
120. + *Geranium Robertianum* L. — sporadycznie na wzniesieniu k. St. Olkusza, w wykopach hałd bolesławskich i na kamienistych pagórkach w polach (2).
121. *Geranium sanguineum* L. — k. St. Ujkowa pod krzewami leszczyny na skraju terenów górniczych i na kamienistych pagórkach w polach pojedynczo.

Polygalaceae

122. + *Polygala amarella* Cr. — na wzniesieniu k. St. Olkusza i k. St. Ujkowa — także w lesie sosnowym między Olkuszem a Bolesławiem (5). Z.
123. *Polygala vulgaris* L. — sporadycznie na skraju terenów górniczych. W.

Celastraceae

124. *Evonymus europea* L. — na brzegach terenów górniczych z krzewami leszczyny (St. Ujków).

Rhamnaceae

125. *Frangula alnus* Mill. — na skraju terenów górniczych (St. Ujków), i na kamienistych pagórkach w polach. Z. W.
126. *Rhamnus cathartica* L. — na skraju terenów górniczych (St. Ujków) i na kamienistych pogórkach w polach.

Cornaceae

127. *Cornus sanguinea* L. — zarośla na skraju terenów górniczych (St. Ujków, Starczynów).

Umbelliferae

128. *Anthriscus silvestris* (L.) Hoffm. — pod krzewami leszczyny (St. Ujków). W.
129. *Heracleum sphondylium* L. — łąka w Bolesławiu.
130. *Peucedanum cervaria* (L.) Lap. — w laskach sosnowych przy drodze Olkusz-Bolesław i pod krzewami leszczyny na skraju hałd.
131. + *Peucedanum oreoselinum* (L.) Moench. — pojedynczo na skraju terenów górniczych, szczególnie k. St. Ujkowa i na kamienistych pagórkach w polach.
132. + *Pimpinella saxifraga* L. — na całym obszarze pospolity choć pojedynczo występujący — również w najbliższej okolicy (29). W.
133. *Selinum carvifolia* L. — łąki w stronę P. Błędowskiej.
134. + *Seseli annuum* L. — pojedynczo na hałdach St. Ujkowa i St. Olkusza w ich najbliższym sąsiedztwie (4). W.
135. *Silaus flavescens* Bernh. — łąki w stronę P. Błędowskiej — miejscami obficie.

Plumbaginaceae

136. + *Armeria elongata* (Hoffm.) Koch. — b. pospolity na piaskach i łąkach otaczających tereny górnicze miejscami masowe (nie zawsze da się odróżnić od gatunku następnego) (4). Z. W.
137. + *Armeria elongata* (Hoffm.) Koch.
var. *Halleri* (Wallr.) (jako gatunek) — wszędzie na hałdach pospolity i charakterystyczny, miejscami nawet obficie. Jako *A. Halleri* oznaczył okazy z Bolesławia G. Schneider (Szafer 1946) (49).

Primulaceae

138. *Primula officinalis* (L.) Hill. — łąki sąsiadujące z terenami górniczymi sporadycznie — także pod krzewami leszczyny (St. Ujków).

Pirolaceae

139. *Chimaphila umbellata* (L.) Nutt. — las sosnowy między Olkuszem a Bolesławiem. Z. W.

140. *Monotropa hypopitys* L. — las sosnowy wzdłuż drogi z Olkusza do Bolesławia. W.
141. *Pirola chlorantha* Sw. — las sosnowy wzdłuż drogi z Olkusza do Bolesławia. Z. W.
142. *Pirola minor* L. — las sosnowy wzdłuż drogi z Olkusza do Bolesławia. Z. W.
143. *Pirola secunda* L. — lasy sosnowe na przestrzeni Olkusz-Bolesław. W.

Ericaceae

144. + *Calluna vulgaris* (L.) Salisb. — na wzniesieniu k. St. Olkusza, na skraju terenów górniczych, k. St. Ujkowa — na wilgotnych łąkach pod St. Ujkowem, k. Starczynowa w lasach sosnowych, miejscami b. obficie, brak na typowych hałdach (2). W.
145. *Vaccinium myrtillus* L. — las sosnowy między Olkuszem a Bolesławiem obficie. W.
146. *Vaccinium uliginosum* L. — łąki w stronę Starczynowa (wrzosowisko i lasy podmokłe ku pn.).
147. *Vaccinium vitis-idaea* L. — łąki w stronę Starczynowa — lasy sosnowe między Olkuszem a Bolesławiem.

Convolvulaceae

148. *Convolvulus arvensis* L. — na skraju pól uprawnych.

Cuscutaceae

149. + *Cuscuta epithymum* (L.) Murr. — sporadycznie na wzniesieniu k. St. Olkusza (2). W.

Boraginaceae

150. + *Echium vulgare* L. — tylko sporadycznie na hałdach w Bolesławiu i koło drogi z Olkusza do Bolesławia.

Scrophulariaceae

151. *Alectorophus minor* (L.) Wimm. et Gr. — łąki wilgotne k. St. Ujkowa i Starczynowa.
152. + *Alectorolophus montanus* (Saut.) Fritsch — na typowych hałdach w obszarze Bolesławia rozproszony (4).
153. *Euphrasia Rostkoviana* Hayne — łąki wilgotne.
154. + *Euphrasia stricta* Host. — wszędzie b. pospolity i charakterystyczny na świeżych i dawnych hałdach, miejscami dość obficie — także w najbliższej okolicy (piaski, las) (66). W.
155. + *Linaria minor* (L.) Desf. — sporadycznie na hałdach w Bolesławiu i przy drodze Olkusz-Bolesław (wykop). W.
156. + *Linaria vulgaris* (L) Mill. — sporadycznie na terenie robót górniczych w Bolesławiu. W.
157. *Pedicularis palustris* L. — łąki k. Starczynowa.
158. *Pedicularis silvatica* L. — łąki k. Starczynowa.
159. + *Verbascum lychnitis* L. — sporadycznie na terenie robót górniczych (pod Olkuszem, St. Ujków) (2).
160. + *Veronica chamaedrys* L. — wszędzie pospolity, w zagłębieniach obficie i w okazach większych, silniejszych. Także w najbliższej okolicy terenów górniczych (33). W.
161. *Veronica scuttellata* L. — łąki wilgotne na pd. od St. Ujkowa (wrzosowisko) — także w odmianie var. *pilosa* Vahl.

162. + *Veronica spicata* L. — sporadycznie po brzegach terenów górniczych (Bolesław, St. Ujków), częstszy w najbliższej okolicy pod Olkuszem, las sosnowy między Olkuszem a Bolesławiem wzdłuż drogi, Starczynów. W.

Labiatae

163. *Ajuga genevensis* L. — sporadycznie w prześwietlonym lesie sosnowym między Olkuszem a Bolesławiem. W.
164. + *Ajuga reptans* L. — na wzniesieniu k. St. Olkusza sporadycznie i na terenach pobliskich pojedynczo.
165. *Betonica officinalis* L. — łąki w stronę P. Błędowskiej sporadycznie.
166. + *Calamintha acinos* (L.) Clairv. — w obszarze Olkusza i na wzniesieniu k. St. Olkusza tylko pojedynczo.
167. *Calamintha vulgaris* (L) Druce — pod krzewami leszczyny (St. Ujków pojedynczo).
168. + *Prunella grandiflora* Jacq. — rozproszony na obszarze robót górniczych (4), (St. Olkusz, St. Ujków, Bolesław). W.
169. + *Prunella vulgaris* L. — na wzniesieniu k. St. Olkusza pojedynczo.
170. *Salvia verticillata* L. — sporadycznie na kamienistych pagórkach.
171. *Teucrium botrys* L. — tylko przy drodze Olkusz-Bolesław w wykopie. W.
172. + *Thymus pulegioides* L. — wszędzie pospolity, szczególnie po brzegach terenów górniczych i w zagłębieniach, miejscami b. obficie — również i na sąsiednich łąkach (36).
173. + *Thymus serpyllum* L. Fr. — wszędzie pospolity i charakterystyczny, także na zupełnie świeżych hałdach, miejscami nawet b. obficie (razem z wyróżnianym var. *angustifolius*) — również wszędzie w najbliższym sąsiedztwie terenów górniczych (piaski, lasy sosnowe) (40). W.

Plantaginaceae

174. *Plantago indica* L. — las sosnowy k. Pomorzan, piaski.
175. + *Plantago lanceolata* L. — wszędzie pospolity i charakterystyczny, częściej w okazach drobnych silnie owłosionych, w zagłębieniach rozwija się w okazy większe, — miejscami dość obficie (41) — również wszędzie w najbliższej okolicy terenów górniczych (piaski, łąki, las).
176. *Plantago major* L. — sporadycznie łąka w Bolesławiu.
177. *Plantago media* L. — łąki w sąsiedztwie terenów górniczych (w stronę P. Błędowskiej). W.

Gentianaceae

178. *Gentiana pneumonanthe* L. — łąki k. St. Ujkowa, pojedynczo oraz pobliski las sosnowy.
179 + *Gentiana Wettsteinii* Murb. — rozproszony tu i ówdzie na hałdach i w najbliższym otoczeniu, raczej po skrajach terenów górniczych Bolesławia i St. Ujkowa i na wzniesieniu k. St. Olkusza. (8). W.

Menyanthaceae

180. *Menyanthes trifoliata* L. — łąki wilgotne k. Starczynowa.

Rubiaceae

181. *Asperula cynanchica* L. — sporadycznie na terenach górniczych (St. Olkusz, Bolesław, St. Ujków) i w najbliższym sąsiedztwie (2).

182. + *Galium boreale* L. — rozproszony na hałdach i sąsiednich łąkach (St. Olkusz, St. Ujków, Bolesław) (8). Z. W.
183. + *Galium mollugo* L.
wraz z *G. mollugo* var. *erectum* (Huds.) Ascher. — wszędzie b. pospolity, na świeżych i ustalonych hałdach szczególnie w zagłębieniach miejscami w dużych skupieniach — także w najbliższej okolicy terenów górniczych (50). W.
184. *Galium palustre* L. — łąki od strony Starczynowa.
185. *Galium uliginosum* L. — łąki otaczające tereny górnicze (Bolesław, St. Ujków).
186. + *Galium vernum* Scop. — pojedynczo na wzniesieniu k. St. Olkusza i gdzieniegdzie k. St. Ujkowa — także na pobliskich łąkach (8). Z. W.
187. *Galium verum* L. — na łąkach otaczających tereny górnicze.

Caprifoliaceae

188. *Lonicera xylosteum* L. — razem z leszczyną k. St. Ujkowa na skraju terenu górniczego.
189. *Viburnum opulus* L. — skraj terenów górniczych w St. Ujkowie razem z leszczyną i innymi krzewami.

Valerianaceae

190. *Valeriana simplicifolia* (Rchb.) Kab. — łąka w stronę P. Błędowskiej.

Dipsacaceae

191. + *Knautia arvensis* (L) Coult — sporadycznie w pojedynczych okazach na terenach górniczych i najbliższej okolicy (St. Ujków, St. Olkusz, Bolesław).
192. + *Scabiosa ochroleuca* L. — wszędzie pospolity, miejscami dość obficie, na płaskich szczytach w formie karłowatej, w zagłębieniach i na zboczach w okazach większych — również w najbliższej okolicy, terenów górniczych (29). W.
193. *Succisa pratensis* Mnch. — łąki torfiaste w sąsiedztwie terenów górniczych.

Campanulaceae

194. *Campanula patula* L. — łąki otaczające tereny górnicze.
195. *Campanula persicifolia* L. — pod krzewami leszczyny na skraju terenów górniczych, St. Ujków.
196. + *Campanula rotundifolia* L. — pospolity wszędzie na hałdach świeżych i ustalonych — także w najbliższym sąsiedztwie terenów górniczych (piaski, las) miejscami dość obficie (52). W.
197. *Jasione montana* L. — piaszczyste pola graniczące z hałdami (St. Ujków). W.

Compositae

198. + *Achillea millefolium* L.
razem z *A. millefolium sp. pannonica* (Scheele) Hayeh. *var. collina* (Beck) Vis. — wszędzie na hałdach pospolity, miejscami dość licznie — także na piaskach i sąsiednich łąkach (22 + 4). Nie wyróżniono osobno *A. collina* ze względu na występowanie na hałdach, szczególnie na szczytach form karłowatych o mniejszych liściach, — formy większe silniej rozwinięte występują w zagłębieniach i na stokach hałd.
199. + *Antennaria dioica* (L.) Gaertn. — pospolity ale rozproszony k. St. Olkusza i na zarośniętych terenach galmanowych (St. Ujków), tu nielicznie — także w sąsiednich lasach sosnowych (13). Z. W.
200. *Artemisia campestris* L. — na piaskach pospolicie (pod Olkuszem). W.

201. + *Carlina acaulis* L. — pospolity na hałdach w Bolesławiu, St. Ujkowie ale niezbyt licznie, mniej częsty k. St. Olkusza, brak pod Olkuszem (13). W.
202. + *Carlina vulgaris* L. — sporadycznie na hałdach (w obszarze Bolesławia) i najbliższej okolicy (las sosnowy) (3). W.
203. *Centaurea jacea* L. — łąki w sąsiedztwie terenów górniczych (w stronę P. Błędowskiej).
204. *Centaurea rhenana* Bor. — sporadycznie k. drogi z Olkusza do Bolesławia (wykop).
205. *Chrysanthemum leucanthemum* L. — łąki otaczające tereny górnicze. W.
206. *Cirsium oleraceum* (L.) Scop. — łąka w stronę P. Błędowskiej. W.
207. *Cirsium palustre* (L.) Scop. — łąki otaczające tereny górnicze.
208. *Cirsium rivulare* (Jacq.) All. — łąki w stronę P. Błędowskiej. W.
209. *Crepis paludosa* (L.) Mnch. — łąki w stronę P. Błędowskiej.
210. + *Erigeron acer* L. — sporadycznie na hałdach i w najbliższej okolicy (piaszczyste pastwiska) (2). W.
211. *Erigeron canadensis* L. — sporadycznie w najbliższym sąsiedztwie hałd.
212. + *Hieracium pilosella* L. — rozproszony na całym obszarze hałd i w najbliższym sąsiedztwie terenów górniczych (18). Z. W.
213. + *Leontodon autumnalis* L. — sporadycznie na terenie hałd oraz na łąkach sąsiednich (2).
214. + *Leontodon hispidus* L. v. *glabratus* (Koch) Bischoff (*L. hastilis* L.) — charakterystyczny na całym obszarze górniczym, miejscami nawet obficie — także pospolity wszędzie w najbliższej okolicy (piaski, łąki) (37). W.
215. + *Leontodon hispidus* L. — podobnie jak gatunek poprzedni wszędzie pospolity (38).
216. + *Senecie viscosus* L. — sporadycznie na terenach górniczych (w dwóch miejscach — Pomorzany, Bolesław) na świeżych hałdach.
217. *Solidago virga-aurea* L. — sporadycznie — las sosnowy między Olkuszem a Bolesławiem.
218. + *Taraxacum officinale* Web. — sporadycznie na hałdzie w St. Ujkowie i na łąkach sąsiednich.
219. *Taraxacum palustre* (Lyons) Lam. of D. C. — na torfiastych łąkach pod St. Ujkowem.
220. + *Tussilago Farfara* L. — sporadycznie na hałdach nawet zupełnie świeżych (pod Olkuszem, St. Ujków, Bolesław). W.

Monocotyledones

Liliaceae

221. + *Anthericum ramosum* L. — rozproszony k. St. Ujkowa i na wyniosłości k. St. Olkusza, tu nieco więcej. W.
222. *Colchicum autumnale* L. — łąki w kierunku P. Błędowskiej masowo. Z. W.
223. *Convalaria maialis* L. — pod leszczyną na skraju terenów górniczych (St. Ujków).
224. *Polygonatum odoratum* (Mill.) Druce. — pod leszczyną na skraju terenów górniczych (St. Ujków).

Juncaceae

225. + *Luzula campestris* (L.) DC — sporadycznie na terenie górniczym w St. Ujkowie (brak na właściwych hałdach w Bolesławiu) — na pobliskich łąkach i piaszczystych pastwiskach (2).
226. *Luzula pilosa* (L.) Willd. — las sosnowy między Olkuszem a Bolesławiem.

Cyperaceae

227. + *Carex caryophyllea* Latourette — dość pospolity na terenach górniczych i sąsiednich szczególnie pod Olkuszem, mniej w obszarze Bolesławia. W stanie bezkwiatowym trudny do odróżnienia od *C. ericetorum* Poll. — stąd nie podano ilości stanowisk. Jest to obok *C. ericetorum* i *C. hirta* najpospolitsza turzyca na tym obszarze.
228. + *Carex contigua* Hoppe — dość często i obficie w obszarze Olkusza i St. Olkusza szczególnie w zagłębieniach, rzadko w obszarze St. Ujkowa i Bolesławia (10). W.
229. + *Carex ericetorum* Poll. — wszędzie pospolity, szczególnie w obszarze Bolesławia, miejscami obficie — także w najbliższym sąsiedztwie na piaskach i pastwiskach. Jest to zdaje się najczęstszy gatunek turzycy na terenach górniczych (40, z tego pewna część należy do *C. caryophyllea*).
230. *Carex flava* L. — łąki w stronę P. Błędowskiej.
231. + *Carex glauca* Murr. — sporadycznie na hałdach i na pobliskich łąkach.
232. + *Carex hirta* L. — pospolity na terenach górniczych i w najbliższym sąsiedztwie (piaski, pastwiska), miejscami dość obficie (30). Z. W.
233. *Carex lepidocarpa* Tausch. — łąki w stronę P. Błędowskiej.
234. *Carex Oederi* Retz. — łąki w stronę P. Błędowskiej.
235. *Carex panicea* L. — łąki otaczające tereny górnicze.
236. *Carex vesicaria* L. — łąki w stronę Starczynowa.
237. *Eriophorum angustifolium* Honck. — łąki otaczające tereny górnicze.

Gramineae

238. *Agropyron trichophorum* (Link) Richt. — sporadycznie na zboczu pd. k. drogi z Olkusza do Bolesławia nad obszarem piasków.
239. + *Agrostis alba* L. — wszędzie pospolity choć niezbyt liczny szczególnie w obszarze Bolesławia na hałdach nawet całkiem świeżych — także na sąsiednich piaskach i pastwiskach. Obok *Festuca ovina* najczęstsza trawa na terenie górniczym (37). W.
240. *Agrostis canina* L. — na łąkach sporadycznie.
241. *Agrostis vulgaris* With. — rozproszony na łąkach otaczających tereny górnicze. W.
242. *Anthoxanthum odoratum* L. — tu i ówdzie na łąkach otaczających tereny górnicze. W.
243. *Apera spica-venti* (L.) P. B. — sporadycznie k. St. Ujkowa na miejscu nawożonym.
244. + *Avenastrum pubescens* (Huds.) Opiz. — sporadycznie k. St. Olkusza i na skraju terenów górniczych w St. Ujkowie, oraz na sąsiednich łąkach.
245. + *Brachypodium pinnatum* (L.) P. B. — sporadycznie na skraju terenów górniczych (k. St. Ujkowa) i na hałdzie w Bolesławiu.
246. *Briza media* L. — rozproszony na łąkach otaczających tereny górnicze. W.
247. *Corynephorus canescens* (L.) P. B. — pospolity na piaskach otaczających teren górniczy, na piaszczystych pastwiskach, w lasach sosnowych. W.
248. *Cynosurus cristatus* L. — łąki sąsiadujące z terenami górniczymi (w stronę P. Błędowskiej). Z. W.
249. *Dactylis glomerata* L. — łąki sąsiadujące z terenami górniczymi w stronę P. Błędowskiej. W.

250. *Deschampsia caespilosa* (L.) P. B. — pospolity na łąkach otaczających tereny hałd. W.
251. *Deschampsia flexuosa* (L.) Trin. — lasy sosnowe w okolicy terenów górniczych — pospolicie. W.
252 *Elymus arenarius* L. — piaski pod Olkuszem — sadzona.
253. + *Festuca ovina* L. — b. pospolity i charakterystyczny gatunek na hałdach zupełnie świeżych i dawnych, na piaskach, pastwiskach, łąkach, w lasach, miejscami b. obficie — dominujący (69). Z. W.
254. + *Festuca pratensis* Huds. — łąki otaczające hałdy — wyjątkowo na hałdzie zarośniętej w Bolesławiu. W.
255. *Festuca rubra* L. — piaski, laski sosnowe otaczające teren górniczy.
256. *Holcus lanatus* L. — łąki w okolicy terenów górniczych (w stronę P. Błędowskiej). W.
257. *Koeleria glauca* (Schkuhr) DC — piaski i lasy sosnowe otaczające tereny górnicze szczególnie w okolicy St. Olkusza.
258. + *Koeleria gracilis* Pers. — sporadycznie na hałdzie (St. Ujków) i na łące w kierunku P. Błędowskiej.
259. + *Lolium perenne* L. — sporadycznie na zarośniętych terenach górniczych i piaszczystych pastwiskach.
260. *Melica nutans* L. — sporadycznie pod krzewami leszczyny na skraju terenow górniczych k. St. Ujkowa.
261. + *Molinia coerulea* (L.) Moench. — sporadycznie na skraju terenów górniczych w Bolesławiu i obficie na sąsiednich łąkach (2).
262. *Phleum Boehmeri* Wib. — wzdłuż drogi z Olkusza do Bolesławia na stoku i w młodych laskach sosnowych.
263. *Phragmites communis* Trin. — łąki otaczające tereny górnicze, miejscami obficie.
264. *Poa pratensis* L. — łąki w stronę P. Błędowskiej. W.

Orchidaceae

265. *Epipactis atropurpurea* Raf. — pojedynczo, lasy sosnowe między Olkuszem a Bolesławiem. W.
266. *Orchis latifolia* L. — łąki k. terenów górniczych (k. Starczynowa). W.

W spisie nie wymieniono *Salix acutifolia* Willd. gatunku sadzonego miejscami na piaskach pod Olkuszem (nr 267).

Prócz wyżej wymienionych gatunków znaleziono na badanym obszarze jeszcze szereg roślin, dla których stwierdzono tylko ich przynależność rodzajową. Są to: *Alchemilla* sp., *Allium* sp., *Arctium* sp., *Campanula* sp., *Carex* sp., *Euphrasia* sp., *Hieracium* sp., *Juncus* sp., *Myosotis* sp., *Myriophyllum* sp. (w zatopionych dawnych dołach kopalnianych w lesie), *Polygonum* sp., *Potamogeton* sp. (na obszarze hałd w dole wypełnionym wodą), *Rosa* sp. (tylko sporadycznie na kamienistych pagórkach w polach i na skraju terenów górniczych), *Setaria* sp., *Sonchus* sp., *Veronica* sp., *Vicia* sp., *Graminea* indet. Co do ilości najliczniej reprezentowana jest na hałdach rodzina: *Compositae*, *Caryophyllaceae* i *Papilionaceae* (ta ostatnia raczej względnie).

W czasie badań florystycznych znaleziono okazy owsa, którego przynależność gatunkowa nie została z całą pewnością ustalona. Jest to najprawdopodobniej *Avenastrum planiculme* (Schrad) Opiz. występujący na jednym tylko miejscu na pd. od St. Ujkowa. Rośnie on w pobliżu stanowiska *Arabis Halleri*, k. krzewów leszczyny, wkraczających na skraj dawnych terenów górniczych. W częściach wegetatywnych wykazuje cechy identyczne z gatunkiem *Avenastrum planiculme* (roślina z rozłogami, pochwy liści ścieśnione, źdźbła i pochwy szorstkie, liście szerokie, na szczycie kapturkowate); w wyglądzie części kwiatostanowych jedyny kwitnący, bardzo słabo rozwinięty okaz jaki znaleziono różni się dość wyraźnie od owsicy spłaszczonej (kłoski mniejsze, nielicznokwiatowe, bez wyraźnego zabarwienia). Występuje w niewielkiej ilości okazów razem z *Avenastrum pubescens*. Dopiero po uzyskaniu obfitszego materiału można będzie przeprowadzić dokładniejsze badania systematyczne i ustalić na pewno jego przynależność gatunkową. Próba otrzymania kwitnących roślin z okazu przesadzonego do ogrodu zakładowego nie powiodła się, mimo dość silnego rozwoju części wegetatywnych roślina nie zakwitła ani razu w przeciągu 4-rech okresów wegetacyjnych.

Niektórych roślin wymienionych przez Zalewskiego, Wóycickiego czy Paxa nie spotkałam, nie zwracałam na nie specjalnej uwagi. Pewnych gatunków nie odnalazłam jednak mimo szczegółowych poszukiwań, a mianowicie:

Bupleurum longifolium L. (*B. Gaudinii* Woł.) gatunek podawany przez Paxa (1918) i Szafera (1930).
Galium cruciata (L.) Scop.
Moehringia trinervia L. — podawany z zupełnie świeżych nasypów.
Potentilla cinerea Chaix — (podany przez Zalewskiego i Wóycickiego oddzielnie od *P. arenaria*).
Thrincia hirta Rth. (*Leontodon taraxacoides*) (Vill.) Mer.
Viola tricolor var. *saxatilis* Schm.

Ciekawym zjawiskiem jest ubytek paproci. Z wyjątkiem *Asplenium viride* i *Pteridium aquilinum*, występujących dość licznie, z trudnością tylko odnalazłam stanowisko *Phegopteris Robertiana* i *Asplenium ruta-muraria*, *Asplenium trichomanes* w ogóle nie widziałam. Wóycicki choć zaznacza, że paprocie są dość rzadkie, jednak wymienia je jako rosnące po zrobach i starych warpach. Zalewski prócz wymienionych podaje jeszcze z okolic St. Olkusza *Dryopteris filix mas.*, *Dryopteris spinulosa* i *Athyrium filix femina*. Te również spotyka się tylko sporadycznie.

Z badanego terenu nie opisano żadnej nowej odmiany ani nawet formy, a to ze względu na niewystarczająco dokładne przeanalizowanie materiału roślinnego. W związku z specyficznymi cechami morfologicznymi roślin hałdowych zbyt łatwo można by ulec sugestii i każde odchylenie

od „normalnego" wyglądu rośliny przypisać wpływowi gleb rudonośnych, tworząc odmiany czy formy galmanowe.

Ze względu na sposób gospodarki człowieka i bardziej lub mniej ustalone podłoże oraz warunki mikroklimatu można na badanym obszarze wydzielić pewne, charakterystyczne mniejsze jednostki terenowe, wyróżniające się niejednakowym zwarciem darni jak i odmiennym składem florystycznym (spis gatunków) i wyglądem samych roślin.

Najbardziej typowo przedstawiają się hałdy obszaru Bolesławia i St. Ujkowa. Podłoże jest po większej części żwirowate, kamieniste, zwarcie słabe, na świeżych hałdach zupełnie luźne, insolacja i działanie wiatru bardzo silne. Z gatunków hałdowych występują tu przede wszystkim *Biscutella laevigata* i *Armeria Halleri* w swej typowej postaci, często również *Silene inflata var. angustifolia, Reseda lutea, Gypsophila fastigiata.* Niewytłumaczalny jest zupełny brak gatunku *Erysimum pannonicum*, który np. pod Pomorzanami wchodzi nawet na zupełnie świeże hałdy, co prawda nieco innego typu niż hałdy Bolesławskie. Karłowatość zaznacza się tutaj najwyraźniej.

W obszarze Olkusza teren jest płaski a darń szczególnie pod miastem raczej ustalona, zwarcie roślin silniejsze. Brak tu zupełnie gatunku *Biscutella laevigata,* nie spotyka się *Reseda lutea.* W dużych ilościach porasta teren *Erysimum pannonicum* a bliżej miasta *Cerastium arvense* nadaje ton aspektowi wiosennemu. Karłowatość zaznacza się o wiele słabiej.

Pod Pomorzanami piaski podchodzą bezpośrednio pod teren hałdy specyficznej, usypanej z materiału z płuczki i tylko na pewnej przestrzeni zarośniętej. Roślinność podobna jest do tej, jaką spotyka się na hałdach w Bolesławiu, ale stosownie do niewielkiej przestrzeni słabiej rozwinięta, dużo uboższa. Również nie występuje tu *Biscutella laevigata.*

Teren wzniesienia k. St. Olkusza przedstawia inny wygląd. Porosły niską sosną i jałowcem, z licznymi dołkami i pagórkami ma podłoże kamieniste ale bardziej ustalone i stwarza dla roślin odmienne warunki mikroklimatyczne. Skład florystyczny jest też nieco odmienny. Tutaj występują takie gatunki jak *Pulsatilla patens, Polygala amarella,* dość obficie *Gentiana Wettsteinii, Antennaria dioica, Carex contingua,* w dużych ilościach *Biscutella laevigata.* Dość często spotkać można również *Erysimum pannonicum, Silene nutans, Silene otites.*

Podobnie przedstawia się także teren na pd. od Bolesławia.

Jak widać z przytoczonej charakterystyki florystycznej, na hałdach galmanowych występuje szereg gatunków bardzo pospolitych i często spotykanych także na innych siedliskach. Jednak ich zespołowy skład oraz cechy poszczególnych osobników są tak specyficzne, że zbiorowisko to wyróżnia się wyraźnie od innych i w całości może być słusznie nazwane zbiorowiskiem roślinności galmanowej.

Zagadnienie roślin galmanowych okolic Bolesławia i Olkusza

Z roślin przedkładających ziemie galmanowe nad inne rosną na terenach Bolesławia i Olkusza jedynie *Armeria elongata* (Hoffm.) Koch *var. Halleri* Willd (Szafer 1946) i *Silene inflata* Sm. jeśli uwzględni się jej formę wąskolistną *var. angustifolia* Koch., *Arabis Halleri* L. występuje tutaj na pobliskich łąkach i tylko na krańcach terenu galmanowego. Takie charakterystyczne gatunki jak *Viola lutea* Huds. *var. calaminaria* (Lejeune) Borb., *Thlaspi alpestre* L. *var. calaminare* Lej., *Alsine verna* Wahlenb. nie rosną zupełnie na naszym obszarze. Sądzę, że za gatunek odpowiadający w przybliżeniu powyżej wymienionym można przyjąć *Biscutella laevigata* L.

Ta ciekawa roślina występuje na obszarze Polski w Tatrach i na dwóch stanowiskach niżowych; na piaskach w lasach sosnowych pod Wrocławiem i na terenach galmanowych Bolesławia i Olkusza (rys. 3). Tutaj można ją wprawdzie znaleźć i na piaskach lub na skraju lasów sosnowych ale tylko w pojedynczych, nielicznych punktach, graniczących bezpośrednio z terenem hałd i zrobów. Główne centrum jej rozmieszczenia to dołki i „warpy" po dawnych robotach górniczych, stare hałdy, a nawet zupełnie świeże nasypy. Jako roślina górska występująca często na usypiskach i piargach doskonale czuje się na terenach galmanowych i rozrasta się bardzo obficie. Spotyka się ją również masowo na wyniosłości k. St. Olkusza, zarośniętej częściowo niską sosną i jałowcem. Jednak na podłożu zupełnie ustalonym, z nieco grubszą warstwą próchniczną, na stanowiskach pokrytych zbitą darnią nie występuje.

W swej monografii rodzaju *Biscutella* Malinowski (1911) nie uwzględnił bolesławskiego stanowiska *B. laevigata*. Machatschki-Laurich (1926) przytacza w swej pracy dane Uechtritza (1876) odnoszące się do tego terenu. Według tej autorki i innych (Łapczyński 1890, Meusel 1943) głównym ośrodkiem rozmieszczenia *Biscutella laevigata* są góry Europy, od Wschodnich Pirenejów po Alpy Transylwańskie. Stąd w oderwanych stanowiskach schodzi na niż osiągając w obszarze Süntel i pod Magdeburgiem północną granicę zasięgu. Te oderwane stanowiska niżowe w Niemczech, pod Wrocławiem, w Czechach, na Morawach, wiąże Schulz (wg Machatschki-Laurich) z ostatnimi okresami glacjalnymi i holocenem; są one młodsze od „ojczystych" „alpejskich". Także Szafer (1930) zalicza *Biscutella laevigata* do najstarszych górskich reliktów glacjalnych a za najprawdopodobniejszy okres jej rozprzestrzenienia na naszym niżu podaje glacjał środkowopolski. Do innych wniosków dochodzi Manton (1934 i 1937) na podstawie swych badań cytologicznych nad gatunkiem *Biscutella laevigata*. Stwierdziła ona, że rośliny niżowe, o zasięgu rozerwanym z Niemiec do Bałkanów, są diploidami, stanowiącymi formy reliktowe, interglacjalne



Rys. 2. Zasięg gatunku *Biscutella laevigata*
(wg Machatschki-Laurich 1926 z pracy Manton 1934)

jeśli nie preglacjalne. Mogły one przetrwać okres zlodowacenia i utrzymać się do dziś na swych pierwotnych stanowiskach. Przeciwnie formy górskie to poliploidy, w tychże terenach niedawni, nawet najmłodsi imigranci (rys. 3).

M a n t o n nie badała materiału z Polski z wyjątkiem okazów spod Wrocławia a stanowiska bolesławskiego, niżowego nie uwzględniła zupełnie. Jej ogólne wnioski nie znajdują jednak poparcia w materiale z naszego obszaru, ponieważ: 1) *Biscutella laevigata* z Bolesławia jest wprawdzie diploidem, ale diploidami są również okazy z Tatr (S k a l i ń s k a 1949—1950) nie ma więc żadnej podstawy do wysnuwania wniosków co do kierunku wędrówki tego gatunku, 2) jest mało prawdopodobne by *B. laevigata* mogła przetrwać na naszym stanowisku niżowym epokę lodową, od wielkiego interglacjału a tym więcej od preglacjału (S z a f e r 1930), 3) szczątki kopalne *B. laevigata* znalazł Ż m u d a (1915) we flo-



Rys. 3. Rozmieszczenie geograficzne ras diploidalnych (kółka i trójkąty) i tetraploidalnych (kropki czarne) gatunku *Biscutella laevigata* (wg Manton, nieco uproszczone — dodano stanowiska na obszarze Polski)

rze dryasowej z Ludwinowa pod Krakowem razem z *Salix polaris*, *Dryas octopetala* i elementami karpackimi jak np. *Thymus carpaticus*, *Campanula pusilla* i inne. Podaje ją również Kozłowska (1933) z flory dryasowej Milowic i Makoszów.

Jej występowanie w Bolesławiu na ziemiach bogatych w Zn i Pb wykazuje analogię z podobnymi stanowiskami innych górskich roślin tzw. galmanowych (*Viola lutea var. calaminaria*, *Alsine verna*, *Thlaspi alpestre var. calaminare* ewentualnie *Arabis Halleri*). Ponieważ ich dzisiejsze rozmieszczenie wiąże się z ostatnimi okresami glacjalnymi i holocenem (Schulz 1912, Wein 1926, Szafer 1930), z dużym prawdo-

podobieństwem można również związać z jednym z tych okresów osiedlenie się *Biscutella laevigata* na naszych terenach niżowych. Według dawniejszych danych za okres najodpowiedniejszy dla tej wędrówki przyjmowano glacjał przedostatni (S z a f e r 1930), jednak brak pokrywy leśnej między Karpatami a bardziej północnymi częściami Polski w ostatnim glacjale (S z a f e r 1950 str. 57) z równą słusznością pozwala na związanie wędrówki *Biscutella laevigata* z Karpat i osiedlenie się jej na niżu z tym ostatnim glacjałem jak i z poprzednim (Varsovien I). W tym wypadku wykazałaby ona podobieństwo w swej historii do *Biscutella laevigata var. mollis* z Austrii (M a n t o n 1934 i 1937).

Podczas gdy w wysokich górach można spotkać ten gatunek często w zespołach skalnych i usypiskach piargowych (J e n n y - L i p s 1930, A i c h i n g e r 1933) a rzadziej łąkowych (D r u d e 1902), w niższych starych górach, na przedpolu gór i na niżu występuje ona na stanowiskach suchych, słonecznych i ciepłych, typowo „reliktowych", w zespołach kserofilnych, często o charakterze stepowym (H e g i Bd. IV/1, M a n t o n 1934). Należy jednak razem z takimi gatunkami jak *Sesleria coerulea* sp. *calcaria* (S u z a 1935, V o l k 1937), *Thesium alpinum* (M e u s e l 1943), *Saxifraga aizoon* (W e i s s 1924, K o z ł o w s k a 1928, S z a f e r 1930) do elementu górskiego, a ściślej biorąc do gatunków dealpejskich (D o m i n, S c h u s t l e r). W tych zespołach kserofitycznych ograniczają się one raczej do ekspozycji północnych, wilgotniejszych, w cieniu świetlnym leżących (K l i k a 1931, 1937, S u z a 1935, K u h n 1937).

Występowanie roślin górskich jest ciekawym rysem naszego terenu galmanowego (P a x 1918). Obok *Biscutella laevigata* występują tu górskie czy dealpejskie *Thesium alpinum, Avenastrum planiculme, Asplenium viride* w niedalekiej odległości *Doronicum austriacum*. Oczywiście nie brak tu i innych elementów o charakterze zupełnie odmiennym raczej „stepowym", jak licznie spotykany *Erysimum pannonicum*, sporadycznie występujące *Pulsatilla patens, Thesium linophyllon* czy *Agropyron trichophorum*. Te dwa ostatnie gatunki zjawiają się pojedynczo i stanowią jak gdyby odpryski sąsiednich zespołów stepowych. Jednak w tych ostatnich *Biscutella laevigata* nie występuje.

W najbliższym sąsiedztwie hałd galmanowych Bolesławia i St. Ujkowa występuje jeszcze jeden gatunek górski, „galmanowy" wzbudzający zainteresowanie. Jest nim *Arabis Halleri* gatunek środkowo-europejski, schodzący z gór Europy środkowej na niż. W Niemczech występuje na niżu zarówno na glebach zwyczajnych np. w Bawarii, na pn. od Harcu, w dolinach rzek po Brunszwik i Hannower, nad Łabą pod Magdeburgiem, jak i na ziemiach zawierających metale ciężkie, przede wszystkim cynk, np. w pd. Westfalii, w Harcu. W górach Kruszcowych rośnie przede wszystkim

na podłożu rudonośnym, a w Westfalii jest tak charakterystyczna dla gleb galmanowych, że jest tam uważana za roślinę wskaźnikową dla cynku (S c h u l z 1912). Na obszarze Polski *Arabis Halleri* schodzi z Sudetów na niż Śląski wzdłuż rzek i zajmuje pd. wschodnią część Górnego Śląska (Gliwice, Bytom, Stalinogród — S z a f e r 1930). Dalej na wschodzie występuje w okolicy Jaworzna, Chrzanowa i Krakowa, oraz k. Strzemieszyc i w Bolesławiu. Osobną wyspę tworzą stanowiska nad dolnym Sanem w obrębie Puszczy Sandomierskiej. Podczas gdy wszędzie na niżu występuje ten gatunek na torfowiskach i na aluwiach rzecznych (S z a f e r 1930) na Górnym Śląsku w okolicach Bytomia, Gliwic, Stalinogrodu jest również jedną z pospolitych roślin hałdowych (S c h u l z 1912).

Dlaczego w badanym obszarze *Arabis Halleri* rosnąca na najbliższych wilgotnych łąkach, nie wkracza na teren hałd galmanowych a jeśli się zjawia to tylko na ich brzegach, wyjaśnić trudno. Być może odgrywają tu rolę jakieś trudne do uchwycenia przyczyny ogólnej albo zupełnie lokalnej natury. Nie uważam jednak by w ogóle występowanie lub brak jakiejś rośliny, określanej mianem „galmanowej", przesądzały o tym, czy należy przyjąć lub odrzucić istnienie roślinności galmanowej. O tym, jak jeszcze wykażę w dalszych rozdziałach, obok składu florystycznego, decyduje również cały szereg cech osobników, słowem całokształt charakteru roślin. Dlatego uważam za zupełnie właściwe określenie roślinności hałd Bolesławia i Olkusza mianem galmanowej nawet mimo braku typowych roślin galmanowych (P a x 1918).

Mieszany charakter flory obszarów galmanowych

Flora terenów galmanowych Bolesławia i Olkusza oraz najbliższego otoczenia (bez uwzględnienia łąk) stanowi mieszaninę gatunków wapieniolubnych lub przedkładających gleby wapienne nad inne z gatunkami gleb piaszczystych.

Z pospolitych lub charakterystycznych roślin hałdowych do wapieniolubnych albo przedkładających gleby wapienne nad inne, częstych także na glebach gipsowych i dolomitowych, należą między innymi: (dane odnoszące się do tego zagadnienia wg H e g i' e g o L i n s t o w a 1929, M o t y k i 1948).

Anthyllis vulneraria... także na bezwapiennych rumowiskach skalnych
Asplenium viride
Biscutella laevigata
Erysimum pannonicum
Prunella grandiflora
Scabiosa ochroleuca... Motyka określa ją jako wybitnie wapniową
Seseli annuum... wg Motyki na glebach mocno wapiennych

Do roślin gleb piaszczystych można zaliczyć:

Armeria elongata
Carex ericetorum
Cerastium semidecandrum
Rumex acetosella
Thymus serpyllum

Szereg roślin występuje również często tak na jednym jak i drugim podłożu:

Arabis arenosa... gleby piaszczyste, skalny gruz, dolomity
Alyssum montanum... wg Motyki wapienna, naskalna i piaskowa
Biscutella laevigata... na stanowiskach niżowych specjalnie na piaskach
Dianthus carthusianorum
Gypsophila fastigiata... wg Motyki na mocno wapnistych glebach i wydmach piaszczystych
Potentilla arenaria... raczej na glebach wapiennych
Silene inflata

To zjawisko mieszanego charakteru roślinności jest zresztą znane i nieraz spotykane. Kozłowska (1928) jako przykład przytacza wyspę Czepel na Dunaju pod Budapesztem, gdzie flora piasków wykazuje większość gatunków wspólnych z florą otaczających wzgórz wapiennych. Na tę właściwość naszego obszaru galmanowego zwrócił już uwagę Pax (1918). Jest to oczywiście o tyle zrozumiałe, że podłoża te sąsiadują ze sobą, a nawet się wzajemnie przenikają.

Występowanie masowe wielu z przytoczonych gatunków i niektórych innych wskazuje również na niedobór wody w glebie. Są to rośliny podłoża suchego lub specjalnie unikające większej ilości wilgoci np. (wg Linstow'a, Hegi'ego, Motyki):

Anthyllis vulneraria
Carex ericetorum
Dianthus carthusianorum
Festuca ovina
Gypsophila fastigiata
Hieracium pilosella
Pimpinella saxifraga
Silene otites

Może to być jednym z dowodów na potwierdzenie przypuszczenia, że w istocie gleba hałd należy do gleb suchych, co również tłumaczyłoby tak wyraźne występowanie karłowatości u roślin galmanowych.

Dla ogólnej charakterystyki należy jeszcze zaznaczyć, że szeregu roślin, bardzo pospolitych na usypiskach np. przy wapiennikach, wykopach itp. nie spotyka się na hałdach okolic Bolesławia i Olkusza. Nie występują tu: *Daucus carota*, *Picris hieracioides*, *Pastinaca sativa* lub *Centaurea rhenana*, podobnie *Poa compressa*, bardzo nielicznie zjawia się *Erigeron acer*. Występują w zamian inne gatunki np. *Arabis arenosa*, szczególnie

częsta na kamienistych, mało zarosłych hałdach galmanowych a także na sąsiednich polach. Zjawia się obficie, że wprost nadaje ton aspektowi wiosennemu.

2. *Niektóre właściwości ekologiczne roślin badanego obszaru*

A. *Zagadnienie zmian w wyglądzie zewnętrznym roślin a w szczególności zagadnienie karłowatości roślin galmanowych*

Powszechnym zjawiskiem, występującym u wielu gatunków badanego obszaru jest niski wzrost — karłowatość. P a x podkreślił tę cechę opisując florę okolic Bolesławia i Olkusza, W ó y c i c k i zaobserwował ją jedynie u *Umbelliferae* i *Trifolium pratense*. To samo spostrzeżenie podaje S c h w i c k e r a t h (1931, 1940) dla *Violetum calaminariae*, zespołu galmanowego okolic Akwizgranu. Prawie wszystkie gatunki towarzyszące występują tam w formach karłowatych. Autor uważa tę cechę za charakterystyczną dla wszystkich roślin asocjacji *Violetum calaminariae* w stosunku do innych zespołów. Można ją również przyjąć dla naszego zbiorowiska. Szereg gatunków wykazuje nanizm w większym lub mniejszym stopniu. Przykładowo podaję następujące: (tablica I ryc. a, b, c, d)

Anthyllis vulneraria
Dianthus carthusianorum
Plantago lanceolata
Ranunculus acer
Achillea millefolium (A. collina)
Gentiana Wettsteinii
Rumex acetosa
Scabiosa ochroleuca

Zahamowanie we wzroście roślin pod wpływem Zn zaobserwował w swoich hodowlach B a u m a n n (1885), N o b b e i B a e s s l e r, L u n d e g å r d h (1927) i inni. J e n s c h (1894) znalazł u *Tussilago farfara* i *Polygonum aviculare*, występujących na górnośląskich hałdach galmanowych, duże zmiany w wyglądzie zewnętrznym w porównaniu z osobnikami z innych stanowisk. Rośliny były karłowate, liście miały mniejsze, owłosienie (np. u *Tussilago farfara)* odmienne, kwiaty intensywniejszej barwy.

a) Doświadczenia hodowlane

Celem bliższego zbadania charakteru zmian w wyglądzie zewnętrznym, jakie występują u naszych roślin galmanowych, szczególnie w odniesieniu do karłowatości, przeprowadziłam dla niektórych gatunków parę doświadczeń hodowlanych (prace B o n n i e r ' a). Założyłam wazonikowe hodowle rozciętych osobników, jedna połówka była posadzona w ziemi galmanowej, druga w ogrodowej. Przeprowadziłam również hodowlę z nasion zebranych z roślin wyrosłych na hałdach i na innym po-

dłożu. Rośliny były wysiewane w ziemię ogrodową i galmanową, w skrzynki drewniane, gdzie pozostawały przez cały czas trwania hodowli lub były wysadzane po pewnym czasie do wazoników. Skrzynki i wazoniki były zagłębione w ziemi. By zapobiec wrastaniu korzonków do ziemi na grzędzie, ustawiono rośliny na dnie z blachy cynkowej. Hodowle były przeprowadzane w zacisznym, wysokim murem otoczonym ogrodzie, przy Zakładzie. Ze względu na trudności w przyjmowaniu się przepołowionych osobników, jak również w kiełkowaniu roślin na kamienistej ziemi galmanowej, podlewano je bardzo obficie. By z hodowli tych można wysnuć pewne wnioski, musiałyby one trwać dłuższy czas. Tutaj podam tylko parę początkowych spostrzeżeń.

Na podstawie fragmentarycznych, dotychczasowych wyników doświadczeń można wśród badanych roślin wyróżnić dwa typy. I tak u *Ranunculus acer* połówki jednego okazu rozcięte i posadzone w ziemię galmanową i ogrodową i bardzo obficie podlewane w pierwszym okresie po posadzeniu (1949) różniły się co do wzrostu wybitnie, w ziemi galmanowej były słabiej rozwinięte, w ziemi ogrodowej silniej. Te duże różnice można częściowo wytłumaczyć trudnością w przyjmowaniu się przeciętych roślin w kamienistej glebie galmanowej. Jednak już przy końcu pierwszego okresu wegetacyjnego różnice były mniejsze. Tylko zupełnie słabo zaznaczyły się one w roku następnym (1950) szczególnie w jesieni. Na zatarcie różnic wpłynęły warunki otoczenia, duża ilość wilgoci, zaciszność stanowiska, większe ocienienie. Całe okazy „galmanowe" *Ranunculus acer*, posadzone w ziemi ogrodowej, w ciągu paru miesięcy zatraciły zupełnie karłowaty wygląd. Podobnie zachowały się *Plantago lanceolata* i *Anthyllis vulneraria*. Dla tych roślin przeprowadzono również hodowlę z nasion. Roślinki wyrosłe w ziemi ogrodowej z nasion zebranych na hałdach bolesławskich z okazów karłowatych wyglądem nie różniły się od roślin pochodzących z nasion zebranych z okazów „normalnych" (z Bodzowa k. Pychowic pod Krakowem). Na glebie galmanowej, zarówno nasiona roślin galmanowych, jak i nasiona zebrane w Bodzowie dały roślinki wprawdzie małe, ale prawie jednakowe. Również w dalszej hodowli nie zaznaczyły się wyraźne różnice między okazami pochodzenia bolesławskiego a okazami z innych stanowisk. W tych przypadkach karłowatość okazała się cechą niestałą, łatwo zmieniającą się, zależną prawdopodobnie od mikroklimatu.

Drugi typ roślin stanowią takie gatunki jak *Silene inflata* i *Dianthus carthusianorum*. Ponieważ z roślin przepołowionych zachowała się tylko część, podaję jedynie obserwacje odnoszące się do hodowli z nasion. Wyniki doświadczeń są inne niż u roślin poprzednio omawianych.

Silene inflata występuje na badanych glebach galmanowych w większości okazów w formie określonej jako *Silene inflata* Sm. var. *angusti-*

folia K o c h (K o c h 1892), niskiej, pokładającej się, wielołodygowej o łodygach nielicznokwiatowych, o liściach prawie równowąskich. Obok niej rzadziej występuje forma wyższa, niewielołodygowa o liściach szerszych. Zawiera ona, jak wykazały analizy chemiczne, mniejszą ilość cynku w tkankach w porównaniu z formą wąskolistną. Nasiona zebrano na hałdach w Bolesławiu z okazów wąskolistnych i szerokolistnych. Dla porównania zebrano także nasiona w pobliżu Bodzowa k. Pychowic (pod Krakowem) przy wapienniku, z roślin szerokolistnych, ,,normalnych". Nasiona wysiano w skrzynki z ziemią ogrodową i galmanową. Wykiełkowane roślinki (wiosna 1949) różniły się w swym wyglądzie zewnętrznym, z łatwością można było odróżnić formy szerokolistne od wąskolistnych. Początkowo rośliny rozwijały się lepiej w ziemi ogrodowej, szczególnie osobniki szerokolistne, wyrosłe z nasion zebranych w Bodzowie. W ziemi galmanowej roślinki były słabsze, specjalnie okazy szerokolistne z Bodzowa. Na glebie ze świeżej hałdy wszystkie roślinki rozwijały się bardzo słabo. Z czasem te różnice w rozwoju wprawdzie zanikły, ale rośliny zachowały właściwy ogólny pokrój roślin wąskolistnych (z Bolesławia) i szerokolistnych (z Bodzowa) niezależnie od gleby, na jakiej je hodowano. Okazy szerokolistne z nasion z Bolesławia zginęły w dalszej hodowli.

S c h u l z (1912) podkreśla również, że wąskolistna forma *Silene inflata* występująca na glebach galmanowych zdaje się nie tracić swych właściwości w kulturze.

Dla obserwacji nad gatunkiem *Dianthus carthusianorum* zebrano nasiona z okazów w Bolesławiu, w Giżycku (woj. olsztyńskie), na Krzemionkach pod Krakowem i w pobliżu Bodzowa za Pychowicami k. Krakowa. Po wykiełkowaniu (wiosna 1949) roślinki wyrosłe w ziemi ogrodowej nie wykazywały jakiejś wyraźniejszej różnicy we wzroście w związku ze stanowiskiem, z jakiego pochodziły. Jednak okazy bolesławskie odznaczały się jak gdyby szybszym wzrostem, niektóre z nich zawiązywały już wkrótce pączki kwiatowe. W ziemi galmanowej okazy z nasion bolesławskich rozwijały się najlepiej, najsłabiej roślinki pochodzące z nasion z Giżycka. Na glebie ze świeżej hałdy galmanowej w ogóle wszystkie rośliny czuły się bardzo źle i rosły marnie.

Pod koniec pierwszego okresu wegetacyjnego tak w ziemi ogrodowej jak i galmanowej rośliny z nasion bolesławskich odróżniały się od reszty wybitnie; prawie wszystkie okazy kwitły już około połowy października (1949), a przy tym charakteryzowały się cienkimi łodygami i wąskimi liśćmi oraz nielicznymi kwiatami w kwiatostanie. Reszta okazów tak w ziemi ogrodowej jak i galmanowej jeszcze nie kwitła (z wyjątkiem jednego), rozkrzewiała się przy tym silniej a liście ich były szersze (tablica II). Różnicy w wysokości nie można było uchwycić wskutek nieporównywalności okazów kwitnących z niekwitnącymi. Uderzający był bardzo słaby

rozwój roślin z Giżycka w ziemi galmanowej (tabl. II). Z trudnością można było wybrać zaledwie dwie do dalszej hodowli.

Poszczególne okazy posadzone w skrzynki zachowały się bardzo charakterystycznie (obserwacje z r. 1950). W skrzynce z ziemią ogrodową osobniki z nasion bolesławskich rozwijały się niezbyt silnie, prawie zupełnie zagłuszone przez rośliny z innych stanowisk. W ziemi galmanowej zaszło zjawisko wprost przeciwne, wszystkie okazy z nasion zebranych poza hałdami rozwijały się słabo, część z nich zginęła. Zachowały się zupełnie dobrze okazy wyrosłe z nasion zebranych w Bolesławiu i rozwinęły się w normalne okazy „hałdowe", drobne, o kwiatach przeważnie pojedynczych.

Niektóre z okazów posadzonych w wazoniki w jesieni 1949 r. po przezimowaniu w r. 1950 obserwowano nadal. Rośliny z Bolesławia w ziemi galmanowej i ogrodowej w dalszym ciągu zachowały swój charakterystyczny wygląd, choć rozwinęły się silniej niż okazy macierzyste na hałdach (tabl. III, rys. a, b). Zakwitły wcześniej od reszty (pierwszy okaz z Bolesławia 19.5.1950, podczas gdy pierwszy okaz z Krzemionek zakwitł 3.6.1950) i wykazywały niższy wzrost. W osobnikach wyrosłych z nasion pochodzących z Giżycka, wysokich, różnica między okazem z ziemi ogrodowej a galmanowej była znaczna, pierwszy był o wiele wyższy i silniej rozwinięty (tabl. III, ryc. e, f). Rośliny z reszty stanowisk przewyższały wzrostem rośliny bolesławskie, różniły się też od nich ogólnym pokrojem (tabl. II ryc. e, f, i tabl. III c, d).

Wyżej omówione obserwacje, odnoszące się do *Silene inflata* a szczególnie do *Dianthus carthusianorum*, pozwalają na wysnucie pewnych ogólnych wniosków. Wpływ podłoża galmanowego na te rośliny hodowane w ogrodzie jest widoczny, jest on jednak jakby osłabiony i przygłuszony przez zmianę innych czynników jak wilgotność, nasłonecznienie itp. Bardzo wyraźnie zaznacza się tylko u roślin wyrosłych z nasion zebranych ze stanowisk skrajnie różniących się od siedliska hałdowego, np. u *D. carthusianorum* z Giżycka i *S. inflata* z Pychowic. Rośliny te wykazują wyraźny brak „przyzwyczajenia" do tak odmiennego podłoża. Przeciwnie, okazy z nasion roślin galmanowych czują się na podłożu rudonośnym zupełnie dobrze.

Pod wpływem zmienionych warunków, tak glebowych jak i klimatycznych, nie wykazują wymienione gatunki szybkich zmian w wyglądzie zewnętrznym, za wyjątkiem okazów ze skrajnych stanowisk. Należy przypuścić, że w tych wypadkach mamy do czynienia z formami dziedzicznie ustalonymi, z pewnymi odmianami, zaś w poprzednio omawianych *(Ranunculus acer, Plantago lanceolata)* tylko z formami siedliskowymi. Jednak materiał badany jest zbyt szczupły, przeprowadzone doświadczenia i obserwacje zbyt krótkie, by z nich można było wyciągnąć zupełnie pew-

ne i uogólniające wnioski. Ich słuszność należałoby stwierdzić dalszymi doświadczeniami hodowlanymi, przeprowadzonymi dla większej ilości gatunków.

b) Ilość cynku w roślinie a karłowatość

Aby stwierdzić czy ilość cynku w roślinie jest przyczyną nanizmu, obliczono procent cynku w suchej masie roślin gatunku *Armeria elongata* var. *Halleri* i *A. elongata*. Badane rośliny ułożono w szereg od 1—7 w zależności od zawartości cynku w tkankach. Stwierdzono, że wprawdzie 1-sze i 2-gie miejsce pod względem zawartości cynku zajmują typowe i karłowate okazy *A. elongata var. Halleri* lecz 3-cie miejsce przypada na okazy *Armeria,* silnie rozrośnięte, wysokie o typowych cechach gatunku *Armeria elongata,* podczas gdy na 4-tym, 5-tym a nawet 6-tym miejscu co do zawartości Zn stoją rośliny o wyraźnych cechach osobników karłowatych z niższymi główkami kwiatowymi, krótszymi i sztywniejszymi liśćmi, słowem o cechach gat. *Armeria elongata var. Halleri* (tabl. IV ryc. a, b, c, d, e, f, g). Dokładniejsze dane dotyczące powyższych badań chemicznych będą podane w oddzielnym opracowaniu. Z przeprowadzonych badań można więc sądzić, że raczej inne czynniki, a nie sama obecność Zn w roślinie, wywołuje wystąpienie karłowatości.

c) Susza, nasłonecznienie, wiatr jako czynniki wywołujące karłowatość

Zjawisko nanizmu zaobserwowano również na innych typach gleb, w różnych zbiorowiskach (W e i s s 1924, L i b b e r t 1930). Szczegółowo zajmował się nimi K r a u s (1906). W mało zwartych lub niskich, trawiastych zbiorowiskach badanej przez niego powierzchni wapiennego plateau na 110 gatunków prawie połowa wykazywała cechy karłowatości. Wielkość skarlenia była zmienna nawet w obrębie tego samego zbiorowiska i dochodziła do $^1/_5$—$^1/_{10}$ normalnych wymiarów. Rośliny karłowate odznaczały się słabym rozwojem części nadziemnych w stosunku do części podziemnych i często bardzo silnym plagiotropizmem organów wegetatywnych. Wg K r a u s' a wzrost karłowaty jest tylko przystosowaniem indywidualnym rośliny, wywołanym warunkami zewnętrznymi, przede wszystkim skrajną suszą (gleba uboga, podłoże przepuszczalne), a nie składem chemicznym gleby, szczególnie zawartością Ca, lub pasieniem. To ostatnie najczęściej podawano za przyczynę nanizmu. Dalszymi czynnikami wpływającymi na wystąpienie karłowatości byłyby wiatr i silne nasłonecznienie.

Podobne zjawisko karłowatości obserwował W e i s s (1924) we florze gipsowej południowego Harcu. S c h m i d (1925) znalazł w okoli-

cy Jeny na glebach bogatych w $MgSO_4 \cdot H_2O$ karłowatą formę *Centaurium pulchellum f. palustre*, będącą postacią głodową, wywołaną prawdopodobnie suszą. Również dla zbiorowisk gleb serpentynowych karłowatość jest jedną z charakterystycznych cech (Pichi-Sermolli 1948).

Podobnie i w naszych zbiorowiskach te same czynniki — susza, silne nasłonecznienie i wiatr — są w pewnej mierze odpowiedzialne za wystąpienie karłowatości. Gleba usypisk i hałd jest przepuszczalna a bezdrzewny teren i luźne zwarcie roślin sprzyjają silnemu nasłonecznieniu. Także wiatr nie natrafiając na żadne przeszkody działa tutaj bardzo silnie, szczególnie na wysokich hałdach, jak to już zaznaczono w części ogólnej. Działa on wysuszająco, a przy tym wywiewa glebę i części humusowe z pomiędzy luźnych kęp roślin pozbawiając je obfitszego pokarmu. Dlatego w zagłębieniach, dołkach, na zboczach zasłoniętych, gdzie zbiera się większa ilość wilgoci, gromadzą się resztki humusowe, a osobniki nie są narażone na bezpośrednie działanie wiatru, rośliny rozwijają się lepiej i nie wykazują tak wybitnej karłowatości. Najwyraźniej zaznacza się ona na płaskich szczytach hałd i w zbiorowiskach o słabym zwarciu. Na dowód słuszności powyższych obserwacji mogą służyć fotografie, ilustrujące to zjawisko (tabl. V ryc. a, b, c, d, e). Oczywiście i na płaskich terenach szczytowych i w zagłębieniach rośliny wykazują dużą zmienność we wzroście (dane Kraus'a przytoczone powyżej), niemniej osobniki karłowate reprezentują przeważającą większość.

d) Znaczenie składu chemicznego podłoża dla zlewisk nanizmu

Nie można jednak pominąć w tym zagadnieniu roli czynników nie uwzględnianych przez Kraus'a, a mianowicie składu chemicznego podłoża (u nas działania Zn może również Pb) i wpływu wypasania. Jak już poprzednio zaznaczono, zjawisko karłowatości nie jest bezpośrednio związane z ilością Zn w tkankach rośliny. Pozostaje jednak otwartym zagadnienie pośredniego działania na rośliny zawartości cynku w glebie. Obecność i ilość Zn odgrywać musi niemałą rolę, może nawet ważniejszą niż czynniki poprzednio omówione. Koncentracja soli mineralnych, wzajemne oddziaływanie na siebie różnych jonów i związana z tym sorbcja wymienna wpływają na warunki odżywiania się rośliny (Ehrenberg 1910), a także na transpirację (Kisser 1927). Można więc przypuścić, że duża ilość Zn utrudniając normalne pobieranie soli odżywczych wywołuje wystąpienie form głodowych, karłowatych. Być może zachodzi tu również zjawisko niedoboru pewnych składników mineralnych (Burström 1934). Powyższe przypuszczenia wymagałyby potwierdzenia przez przeprowadzenie odpowiednich doświadczeń.

e) Wypasanie a karłowatość

Także wypasanie musi wywierać wpływ na wygląd całych zbiorowisk roślinnych (Schwickerath 1940). Stałe obgryzanie wyższych części roślin wywołuje charakterystyczne, niskie rozetowe postacie (Kuhn 1937) i silnie krzewiące się formy. Na opisywanym terenie, ze skąpą, mało zwartą roślinnością wpływ ten jest bardzo silny tym więcej, że trwa od wczesnej wiosny do późnego okresu jesiennego.

B. *Niektóre inne właściwości ekologiczne roślin terenów galmanowych*

a) Kseromorfizm, plagiotropizm, podobieństwo do zbiorowisk usypisk i piargów a w szczególności do zbiorowisk roślin gleb serpentynowych

Obserwując rośliny na terenach galmanowych można spostrzec i inne cechy wskazujące na związek z warunkami siedliskowymi. Szereg roślin tu rosnących odznacza się cechami kseromorficznymi podobnie jak np. roślinność gipsowa Harcu (Weiss 1924). Mięsiste liście *Gypsophila fastigiata*, pokryte przy tym woskiem, podobnie jak u *Silene inflata*, zwinięte liście *Festuca ovina*, czy też silne owłosienie u *Biscutella laevigata*, *Potentilla arenaria*, *Alyssum montanum*, specjalnie silnie owłosionej *Plantago lanceolata* (na hałdach) mogą służyć za przykłady. Wyraźnie zaznaczony plagiotropizm u niektórych gatunków, np. u *Silene inflata var. angustifolia*, *Thymus serpyllum*, szeroko rozkładającego się i duże przestrzenie pokrywającego *Galium mollugo var. erectum* umieszcza części wegetatywne roślin w przestrzeni najmniej narażonej na działanie wiatru. Równocześnie transpiracja jest tu najsłabsza (Kraus 1911). Pod tym i wielu innymi względami przypominają zbiorowiska badanego obszaru roślinność piargów i usypisk. Brak zacienienia, luźność zwarcia, wzrost „poduszkowy" *(Armeria Halleri)* lub kępowy *(Silene inflata var. angustifolia, Thymus serpyllum, Festuca ovina)* czy też rozety liści *(Biscutella laevigata, Arabis arenosa)*, gromadzenie humusu w kępach roślin *(Festuca ovina* i inne), rozgałęzienia tuż przy szyi korzeniowej *(Biscutella, Silene inflata var. angustifolia)*, wszystko to spotykamy zarówno na piargach i usypiskach jak i na hałdach galmanowych (Jenny — Lips 1930, Schickerath 1931).

Jeszcze większą ciekawą analogię wykazują rośliny gleb galmanowych do roślin skał serpentynowych. Większość morfoz serpentynowych podawanych przez Pichi-Sermolli (1948) można znaleźć i u roślin pokrywających nasze hałdy. Nanizm i plagiotropizm zaobserwowane na glebach serpentynowych odnoszą się, jak to już podawałam, w całej rozciągłości także do niektórych roślin galmanowych. Przykładem drobnolistności może być często występująca forma wąskolistna gatunku *Silene inflata* lub forma *Dianthus carthusianorum* o prawie szczecinastych li-

ściach. Słaby rozwój części nadziemnych w stosunku do podziemnych (co jeszcze omówię dokładniej) jest również rysem charakterystycznym dla roślin gleb galmanowych. Jedynie siność i brak silnego owłosienia na liściach nie zdają się występować wyraźniej.

To podobieństwo, tłumaczące się oczywiście częściowo podobnymi warunkami siedliska, pozwala równocześnie na wysnucie ogólniejszych wniosków. Należy przyjąć, że na zmianę w wyglądzie zewnętrznym roślin nie ma wpływu tylko jeden czynnik choćby był bardzo ważny, jak np. obecność dużych ilości cynku w wypadku gleb galmanowych, lecz cały kompleks warunków siedliskowych — i gdy one są podobne, wywierają także podobne skutki. Stąd ogólne zewnętrzne podobieństwo roślin gleb galmanowych do roślin innych stanowisk suchych, silnie nasłonecznionych, ubogich w pokarm jak np. piargów, gleb serpentynowych itp. Jednak i w takich zbiorowiskach suchych lecz o luźnym zwarciu, mogą poszczególne rośliny dysponować np. dostateczną ilością wody i nie muszą zupełnie odznaczać się kseromorfizmem (W a l t e r 1932). Stąd obok typów suchoroślowych występują w nich i inne bardziej mezofityczne, co wyraźnie można zaobserwować na hałdach galmanowych.

b) Rozwój części nadziemnych i podziemnych (stosunek N : P) u niektórych gatunków roślin na glebach galmanowych

Często spotykaną właściwością roślin na obszarze galmanowym jest silny rozwój korzeni sięgających głęboko, np. u *Silene inflata* (mierzone do 1 m), *Biscutella laevigata, Gypsophila fastigiata* i innych. W ogóle stosunek części nadziemnych do części podziemnych w zbiorowiskach odznaczających się małą ilością wody i ubogich w składniki odżywcze jest bardzo charakterystyczny. U większości roślin ciężar świeżej masy części podziemnej przewyższa ciężar części nadziemnej, stosunek N : P jest mniejszy od 1 lub niewiele przewyższa 1 (S c h a n d e r l 1930).

Próba przeprowadzenia przeze mnie odpowiednich badań nad stosunkiem N : P na wzór badań S c h a n d e r l ' a, u roślin naszego terenu natrafiła na duże trudności. Gleba jest tak twarda i kamienista, że wydobycie nieuszkodzonego systemu korzeniowego bez użycia kilofu jest prawie niemożliwe. Dlatego przeprowadziłam tylko kilka orientacyjnych pomiarów. Do badań używałam przeciętnie po 10—20 roślin. Obliczono stosunek części nadziemnych do odpowiadających im części podziemnych. Ważenia na miejscu w terenie przeprowadzono dla kilku stanowisk (rys. 1).

Wyniki przedstawiają się następująco:

Armeria elongata wzgl. *A. elongata var. Halleri*

1. N : P = 2,8 .... pod Olkuszem na starych zrobach stanowisko Nr 6
2. N : P = 4,6 .... Pomorzany piaski k. płuczki „ „ 8

3.	N : P = 1,84 ...	Bolesław na wsch. od drogi do St. Ujkowa	stanowisko Nr 3
4.	N : P = 2,12 ...	k. St. Ujkowa na starych zrobach, płaski wierzch	„ „ 5
4b	N : P = 2,7	k. St. Ujkowa na dawnych zrobach, w zagłębieniach	„ „ 5

Biscutella laevigata

1.	N : P = 1,8	na wzniesieniu w pobliżu St. Olkusza	„ „ 7
2.	N : P = 1,15 ...	Bolesław na wsch. od drogi do St. Ujkowa	„ „ 3
3.	N : P = 0,9	k. St. Ujkowa dawne zroby	„ „ 5

Dianthus carthusianorum

1	N : P = 0,64 ...	pod Olkuszem na dawnych zrobach	„ „ 6
2.	N : P = 0,9	Pomorzany piaski k. płuczki	„ „ 8.

Silene inflata

1.	N : P = 0,66 ...	Pomorzany piaski k. płuczki	„ „ 8
2	N : P = 0,79 ...	Bolesław na wsch. od drogi do St. Ujk.	„ „ 3
3.	N : P = 1,03 ...	k. St. Ujkowa dawne zroby	„ „ 5

Silene otites

1.	N : P = 1,5 ...	pod Olkuszem na dawnych zrobach	„ „ 6

Uderzający jest stosunek N : P = 4,6 dla *Armeria elongata* z Pomorzan. Przy analizie chemicznej w okazach zebranych z tego stanowiska stwierdzono dużą ilość Zn. Nie widać by stała ona w związku z wyglądem roślin, by wpływała na wystąpienie karłowatości, przeciwnie rośliny tego piaszczystego stanowiska wykazują silny rozwój części nadziemnych, asymilujących. Również porównanie liczb N : P odnośnie *Armeria elongata var. Halleri* z okolic St. Ujkowa jest pouczające, u roślin z zagłębień stosunek N : P wynosi 2,7, podczas gdy u roślin zebranych na płaskiej powierzchni tylko 2,12. Jeszcze raz stwierdzamy silniejszy rozwój części nadziemnych okazów z zagłębień i dołków, jak to zaznaczono powyżej.

Jeśli przyjmiemy ogólnie, że waga części podziemnych była nieco większa niż ją obliczono ze względu na trudności przy wydobyciu całych korzeni, stosunek N : P u badanych roślin niewiele przewyższa 1, a w kilku wypadkach jest mniejszy od 1 (*Silene inflata, Dianthus carthusianorum*). Zatem i w naszym zbiorowisku części asymilujące są często zredukowane. Stąd nanizm można rozumieć nie tylko z punktu widzenia transpiracji, lecz również małej produkcji asymilatów i częstego magazynowania ich w częściach podziemnych. Byłby on więc następstwem specjalnych warunków siedliskowych (S c h a n d e r l 1930).

C. *Określanie odmian lub form galmanowych*

W związku z omówionym powyżej zagadnieniem karłowatości, określanie odmian czy form lub ras gatunków, występujących na hałdach

mianem specjalnie galmanowych, z czym spotykamy się niemal we wszystkich pracach florystycznych, odnoszących się do tych terenów rudonośnych, może budzić pewne zastrzeżenia. Przynajmniej w pewnych wypadkach nie byłyby one czymś specyficznym i aby stwierdzić o ile są one istotne i stałe wymagałyby specjalnych badań odnośnie dla każdego gatunku. Karłowatość roślin na naszych obszarach galmanowych jest cechą ogólną i bardzo charakterystyczną (zaobserwował ją również Schwickerath w zespołach galmanowych okolic Akwizgranu), ale z podobnym zjawiskiem spotkać się można także w innych zbiorowiskach, na glebach suchych lub ubogich w składniki odżywcze, czy też zawierających niektóre z nich w nadmiarze (prace Kraus'a, Libbert'a, Schmid'a, Weiss'a, Zimmermann'a, Pichi-Sermolli).

Jednocześnie muszę jeszcze podkreślić pewne trudności, związane z problemem karłowatości. Na naszych hałdach występują takie gatunki jak: *Achillea millefolium* i *Galium mollugo* oraz *Achillea collina* i *Galium erectum*, z których pierwszy uważany bywa za podgatunek *A. millefolium*, drugi za podgatunek *G. mollugo*. Przy określaniu tych gatunków nie łatwo stwierdzić z którym z nich mamy właściwie do czynienia. Różnice w szerokości liści, owłosieniu, wymiarach i obfitości kwiatów zupełnie zacierają się przy formach karłowatych. Na trudność tę zwrócił uwagę także Motyka (1947) badając roślinność północnej krawędzi Podola zach. Utrzymuje on, że nie zawsze da się rozróżnić *Achillea collina* od *A. millefolium*. Podobnie nie łatwo odróżnić *Galium erectum* od *Galium mollugo*, szczególnie w stanie płonym. Według niego *Galium erectum* robi wrażenie formy siedliskowej *G. mollugo*, związanej z podłożem skalnym, kamienistym. To spostrzeżenie należałoby może uwzględnić i w opisywanym obszarze.

D. *Długotrwałość okresu kwitnienia jako znamienna właściwość roślin obszarów galmanowych*

Ciekawym zjawiskiem ekologicznym jest długotrwałość okresu kwitnienia i w ogólności wegetacji, jaką zaobserwowano u roślin naszych obszarów galmanowych. Jeszcze w listopadzie i grudniu (27.11. i 6.12.1949 r.) spotykałam w terenie liczne, kwitnące okazy *Armeria Halleri*, nieco mniej często okazy *Dianthus carthusianorum*, pojedyncze, kwitnące osobniki *Campanula rotundifolia*, *Ranunculus acer*, *Alyssum montanum*. Również w ciągu lata zaobserwowałam niejednokrotnie kwitnące w większych ilościach okazy *Biscutella laevigata*, *Alyssum montanum* czy *Potentilla arenaria*, których czas masowego zakwitania przypada na wiosnę. Przeciąganie czasu kwitnienia do późnej jesieni na glebach galmanowych obser-

wował także Schwickerath w okolicach Akwizgranu a Libbert (1930) w zespole *Armerietum Halleri* w Harcu. W Alpach Styryjskich, na podłożu serpentynowym podobne zjawisko późnego kwitnienia okazów *Potentilla arenaria, Dianthus carthusianorum* i innych gatunków stwierdził Lämmermayr (1926). W tych wypadkach możemy mieć do czynienia albo z późnym zakwitaniem pojedynczych osobników, co jak sądzę występuje u gatunku *Armeria Halleri* lub z powtórnym kwitnieniem. Volk (1938) podając obserwacje dla szeregu roślin, między innymi np. dla *Potentilla arenaria,* wyjaśnia, że na skutek długotrwałego wysokiego ciśnienia osmotycznego, jakie panuje w roślinie przez okres wegetacji, następuje zjawisko odpoczynku i powtórnego kwitnienia. Nie przeprowadzono żadnych specjalnych badań by stwierdzić czy w wypadkach obserwowanych na hałdach czynnikiem powodującym późne zakwitanie było także wysokie ciśnienie osmotyczne w roślinach. Można również przyjąć, że wskutek skąpej produkcji asymilatów i słabego rozwoju części nadziemnych, jak już poprzednio zaznaczono, okres wegetacji u roślin galmanowych musi się przeciągać jak najdłużej.

Bez wątpienia jedną z przyczyn powtórnego zakwitania jest w wielu przypadkach obgryzanie roślin przez kozy i owce, co zaobserwowano dokładnie, szczególnie u gatunków *Biscutella laevigata* i *Ranunculus acer.* Osobniki obgryzione wypuszczają nowe pędy, zakwitające wskutek tego o wiele później niż większość normalnie rozwijających się okazów.

Opierając się na powyżej omówionych danych można nazwać rośliny hałd Bolesławia i Olkusza mianem galmanowych w tym znaczeniu, że charakteryzują się one tymi samymi właściwościami, jakie napotykamy u roślin innych terenów galmanowych, a więc dużą zawartością cynku w tkankach i specyficznymi cechami morfologicznymi jak kseromorfizm, karłowatość, silniejszy rozwój części podziemnych niż nadziemnych, oraz długotrwałością okresu kwitnienia. Podobnymi właściwościami odznaczają się również rośliny innych siedlisk, suchych i ubogich w substancje odżywcze.

ZESTAWIENIE WYNIKÓW

Wyniki niniejszego opracowania można streścić następująco:

Na obszarze hałd Bolesławia, Olkusza i najbliższej okolicy, obok roślin notowanych z tego obszaru przez Zalewskiego, Wóycickiego i Paxa występuje szereg gatunków przez nich nie podawanych. Są to gatunki najczęściej pospolite, obok nich jest również niewiele rzadszych, przynajmniej dla tego terenu, jak np. *Agropyron trichophorum, Alchemilla glabra, Avenastrum planiculme, Cochlearia polonica* (podawana przez Zalewskiego i odtąd nie notowana), *Pulsatilla patens, Pulsatilla vernalis, Thesium linophyllon* i inne.

Na badanym terenie z wyjątkiem *Armeria elongata var. Halleri* brak typowych przedstawicieli flory galmanowej (*Viola calaminaria, Thlaspi calaminare, Alsine verna var. caespitosa*). Za gatunek im odpowiadający można przyjąć *Biscutella laevigata*. Jego osiedlenie się na naszym obszarze niżowym należy odnieść przypuszczalnie do jednego z ostatnich okresów glacjalnych a nie wcześniejszych, mimo że, wg Manton, jako typ diploidalny powinna być formą reliktową wczesno-interglacjalną a nawet preglacjalną.

Rośliny hałd galmanowych odznaczają się w wielu przypadkach zmienionym wyglądem zewnętrznym a szczególnie karłowatością. Jest to cecha znamienna dla naszego zbiorowiska galmanowego, podkreślana również dla zespołów galmanowych Niemiec i Belgii.

Występowanie gatunków w zmienionej postaci a szczególnie ich karłowatość albo jest zjawiskiem nietrwałym, zmieniającym się bardzo szybko przy zmianie warunków zewnętrznych (np. u *Ranunculus acer, Plantago lanceolata*) albo cecha ta ma charakter cechy raczej utrwalonej, dziedzicznej (np. *u Dianthus carthusianorum, Silene inflata, var. angustifolia*).

Susza, wiatr i silne nasłonecznienie a także mała zawartość pokarmu w glebie to niewątpliwie czynniki wywołujące wystąpienie karłowatości.

Karłowatość nie jest związana bezpośrednio z ilościową zawartością cynku w tkankach roślinnych. Przy zjawisku nanizmu ważniejsze choć pośrednie działanie należy przypisać obecności oraz ilości Zn w podłożu i jego wpływowi na warunki odżywiania się roślin.

Wypasanie, podobnie jak to zaznaczono dla obszarów galmanowych okolic Akwizgranu, odgrywa również niemałą rolę przy wystąpieniu karłowatości.

Rośliny hałd galmanowych odznaczają się w wielu przypadkach kseromorfizmem i plagiotropizmem, drobnolistnością oraz innymi rysami, przypominającymi rośliny usypisk i piargów (typ wzrostu, długość korzeni), a szczególnie podłoża serpentynowego. Podobne zjawisko obserwowano w zespołach galmanowych Niemiec.

U niektórych roślin galmanowych rozwój części nadziemnych w stosunku do części podziemnych jest słaby, stosunek N : P często wynosi około 1, podobnie jak w innych zbiorowiskach suchych i ubogich w pokarm.

Określanie odmian czy form rosnących na hałdach mianem specyficznie galmanowych wydaje się niezbyt uzasadnione, ponieważ z podobnymi cechami morfologicznymi jakie wykazują rośliny hałd spotkać się można i na innym podłożu. Są to raczej formy siedlisk suchych i ubogich w substancje odżywcze lub zawierających niektóre z nich w nadmiarze. Mianem galmanowych można je nazwać w tym znaczeniu, że charakteryzują

się one tymi samymi właściwościami, jakie spotykamy także u roślin innych terenów galmanowych.

Długotrwałość okresu kwitnienia jest cechą znamienną dla naszej roślinności hałd.

Praca niniejsza została wykonana w Zakładzie Botanicznym im. Janczewskiego Wydziału Rolniczego U. J. (przy obecnej Katedrze Botaniki W. S. R.).

Podczas badań korzystałam ze stypendium Sekcji Naukowej Komisji Popierania Twórczości Naukowej i Artystycznej i z zasiłku Komitetu Badań Fizjograficznych P. A. U.

Do podjęcia tej pracy skłoniły mnie cenne uwagi p. prof. dr A. Kozłowskiej i p. prof. dra Wł. Szafera wskazujące na ważne zagadnienie roli niektórych metali w życiu rośliny oraz na ekologiczny aspekt tego zjawiska również w odniesieniu do naszych terenów galmanowych. Na tym miejscu pozwolę sobie wyrazić im moje gorące podziękowanie za radę i pomoc w jej realizacji.

Dziękuję również prof. dr B. Pawłowskiemu za wielką życzliwość i liczne wskazówki, prof. dr Br. Szafranowi za oznaczenie mchów, dr J. Zurzyckiemu za oznaczenie porostów. Serdeczne podziękowania należą się również tym wszystkim koleżankom i kolegom, którzy okazali mi pomoc przy wykonaniu zdjęć fotograficznych, tablic, oznaczeń, a przede wszystkim dr A. i J. Kornasiom za liczne wskazówki i stałą życzliwą pomoc, oraz mgr Wł. Ciślikowi, mgr inż. P. Trąbce i innym pracownikom Stacji Ochrony Roślin za umożliwienie mi kontaktu z terenem.

Zakład Botaniki W. S. R.
w Krakowie

(Wpłynęło 8.XII.1954 r.)

SUMMARY

The calamine flora and the influence of zinc on plant organisms give much opportunity for research on their many aspects. For this reason the approach to these problems is diverse and comes from the chemical, physiological, floral and other quarters.

The object of this investigation was to obtain fuller and more detailed knowledge on the flora of the region around Bolesław and Olkusz. The investigation was pursued from the floral and the ecological aspects, though the latter was treated quite superficially. The investigations were carried out in 1948, 1949 and 1950.

The area in question lies on the western border of the jurassic formation reaching from Cracow to Częstochowa, and spreads over a distance of approximately 8 kilometers from the town of Olkusz in the east to the west of the village of Bolesław. A part of this region is covered with calamine dump mounds and old, abandoned mineworks.

Only very superficial information can be obtained from the meteorological data on the climate in the region. The countryside harmonizes with its geological formation. The dumps are composed mainly of triassic or diluvial formations, the former being composed of oolitic limestone and metaliferous dolomites connected with the mined ores (the so called calamines being found most frequently), and the latter being represented

by the sands of the Starczynowska and Błędowska deserts. The soils in the vicinity of the dumps are poor and sandy, on the dumps the substratum is artificial, of gravel, with no definite profile differentiation. The pH of the soil is 7—8.5.

The flora in the region is not diversified and is characterized by either parched or swampy pine forests, thinly overgrown sands and marshy meadows. The most characteristic for the countryside are the steep yellow dumps, and many hundreds of hollows and mounds covered with low, scarce herbage. Quite exceptionally dwarf pines, junipers and some few bushes may be found growing along the edges.

In the full Polish text a list is given of the lichenes, mosses, ferns, and flower plants from the region. The list of lichenes and mosses is not complete as only those found in the course of plant community surveys are entered.

The specific names of the ferns and seed plants are given according to W. Szafer, S. Kulczyński, B. Pawłowski's "Rośliny Polskie" (Polish Plants) 1953.

267 species of ferns and flower plants are registered, moreover 17 kinds of plants are classified in respect to the genus only. Field weedes are not listed. An earlier report by Zalewski and Wóycicki lists 156 species.

A new habitat of the species *Avenastrum planiculme* was found, but the specimen collected was so poorly developed and so untypical, that the final specific classification is not possible till more material is available.

In the various parts of the region surveyed minor association units are distinguishable which differ by their floral composition, the thickness of the soil and the outward appearance of the plants.

From the typical representatives of calamine flora only the species *Armeria elongata var. Halleri* is to be found in the region, other typical species such as *Viola calaminaria, Thlaspi calaminare* and *Alsine verna var. caespitosa* are absent. It can be assumed that *Biscutella laevigata* corresponds to these species. The establishment of this species in the lowlands of this country was connected probably with one of the last glacial epochs, in spite of the fact that it is a diploid one and as such should be considered, according to Manton (1934, 1937), a relic from an early interglacial epoch.

One of the peculiarities of the region is the appearance of mountain species, and besides *Biscutella laevigata* the species that can be found are: *Asplenium viride, Avenastrum planiculme, Phegopteris Robertiana* and *Thesium alpinum*. There are also other species differring from those just mentioned by their steppe character: *Pulsatilla patens, Erysimum pannonicum* and *Agropyron trichophorum*.

Along the borders of the dumps and on the neighbouring meadows grows the species *Arabis Halleri*, which in the Harz and in Westphalia, for instance, grows principally on metaliferous substrata (e. g. containing ores) and is very commonly found on the dumps of Upper Silesia. In the region round Bolesław and Olkusz it is seldom that this species has its habitat on dump soils.

The flora on the dumps and in the neighbourhood is heterogenous, species needing or preferring calcareous soils appear together with species from sandy soils. Many dwell on a dry substratum and others avoid an over-abundant water supply.

In plants growing on the calamine dumps outward variations are frequent, dwarfishness being the most common. This feature is characteristic for the calamine associations of this country and for the calamine soils associations from Germany and Belgium.

From experiments carried out on specimens obtained by vegetative propagation or from seeds collected on the different natural habitats and grown on calamine and garden soils it appears that the morphological variations and, in the first place, dwarfishness are either transient and disappear when environmental conditions are changed (experiments on the species *Ranunculus acer*), or dwarfishness is a stabilized as a more or less hereditary character (experiments with the species *Dianthus carthusianorum* and *Silene inflata*).

Dwarfishness is not corelated with the quantity of zinc content in the plant cells.

Aridity, wind and exposure to strong sunshine are undoubtedly responsible for the dwarfish appearance of the plants (Table V). Grazing is another factor forwarding this effect. The plants from calamine dumps are xeromorphic, plagiotropic, have small leaves and show other features, such as growth type and root length, characteristic for vegetation growing on gravel, screes and primarily on serpentine substrata. In some plants from the dumps the development of the overground parts is weak in relation to the underground ones this relation, similarly as in other arid and barren environments, is often equal to approximately 1.

It does not seem very justifiable to define the varieties and species growing on the dumps as definitely calamine ones, at any rate in the region here described. The morphological features characteristic for these species and varieties may be observed also in plants from other habitats if those habitats are dry and lack nutritive materials. However, the plants growing on the dumps from around Bolesław and Olkusz may be described as calamine plants in the sense that they show the same characteristics as those observed in plants from other calamine areas.

The long-lasting blossoming time is a very remarkable feature of the flora from the dumps in question.

LITERATURA

Aichinger E., 1933, Vegetationskunde der Karawanken. „Pflanzensoziologie", Bd., 2 Jena, Staat-Stelle f. Naturdenkmalpflege.

Barnett R. M. and Warner J. D., 1935, A response of chlorotic corn plants to the application of zinc sulfate to the soil, „Soil Sc." p. 145—160, ref. „Bot. Centralbl." 171 S. 65, 1937.

Baumann, 1885, Das Verhalten von Zinksalzen gegen Pflanzen und im Boden, „Landw. Versuchst." 31. S. 1—53.

B o b r o w s k i Wł. i P i e c h o t a A., 1949, Wpływ podłoża na występowanie metali ciężkich w korze współczesnych sosen na triasie południowo-zachodniej Polski, „Biuletyn P. I. G.", Nr 58, Warszawa.

B u r s t r ö m H., 1934, Über antagonische Erscheinungen bei der Kationenaufnahme des Hafers. „Svensk Bot. Tidskrift Bd." 28 S. 157—263.

C h a n d l e r M. H., 1937, Zinc as a nutrient for plants, „Bot. Gazette", 98 p. 626—643.

D o r n P., 1937, Pflanzen als Anzeichen für Erzlagerstätten, „Der Biologe" 6 S. 11—13 [3].

D r u d e O., 1902, Der herzynische Florenbezirk — E n g l e r u. D r u d e. „Die Vegetation der Erde" 6. Leipzig.

E h r e n b e r g P., 1910, Wirkungen des Zinks bei Vegetationsversuchen, zugleich Beiträge zur Ammoniakfrage II, „Landw. Versuchst." Bd. 72 S. 15—143.

F r e y t a g M., 1882, Die schädlichen Bestandteile des Hüttenrauchs der Kupfer-Blei u. Zinkhütten u. ihre Beseitigung, „Landw. Jahrb." Bd 11 S. 315—357 ref. „Bot. Centralbl." 12 S. 127—128, 1882.

G a w e ł A., 1947, O pewnej chemicznej metodzie poszukiwania kruszców, „Wiadomości Muzeum Ziemi" T. 3 str. 71—77, Warszawa.

H a a s A. R., 1937, Zinc relation in mottle leaf of Citrus, „Bot. Gazette" 98 p. 65—86.

H a s e l h o f f E. u. G ö s s e l Fr., 1904, Über die Einwirkung von schwefeliger Säure. Zinkoxyd Zinksulfat auf Boden u. Pflanzen, „Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten" Bd 14 S. 193—201.

H e g i G. — Ilustrierte Flora von Mitteleuropa, München.

H o a g l a n d D. R., 1948, Lectures on the inorganic nutrition of plants ed. 2 Waltham Mass U. S. A. Chronica Botanica Comp.

J a s i ń s k i R., 1884. Osuszanie kopalń olkuskich. „Wszechświat" Tom 3 Nr 41, str. 641—646, Nr 42 str. 658—661, Nr 43 str. 677—680.

J a v i l l i e r M., 1908, Le zinc ches les plantes recherches sur la présence et son rôle, „Ann. Inst. Pasteur", 22 p. 720—727.

J e n n y - L i p s H., 1930, Vegetationsbedingungen u. Pflanzengesellschaften auf Felsschut. Phytosoziologische Untersuchungen in den Glarner Alpen. Beihefte z. „Bot. Centralblatt". Dresden. Bd. 46 Abt. 2 S. 119—296.

J e n s c h Ed., 1894, Beiträge zur Galmeiflora in Schlesien, „Zeitschr. f. angew. Chemie" S. 14—15.

K i s s e r J., 1925, Untersuchungen über den Einfluss der Nährsalze auf die Wasserabgabe, Wasseraufnahme u. s. w. I Teil „Planta" 3 S. 562—596.

K l e i n J. E., 1925. Types de plantes calaminaires. „Ges. Luxemb. Natf." N. F. 19 S. 78— ref.

K l i k a J., 1937, Xerotherme Waldgesellschaften der Westkarpathen (Brezower Berge). „Beihefte Bot. Centralbl." Bd. 57 Abt. 2 S. 295—342.

K l i m a s z e w s k i M., 1946, Podział morfologiczny południowej Polski. „Czasop. Geograficzne" zesz. 17, str. 133.

K l i m a s z e w s k i M., S z a f e r Wł., S z a f r a n B., U r b a ń s k i J., 1950, Flora dryasowa w Krościenku nad Dunajcem, Państw. Służba Geol. P. I. G., Warszawa. „Biuletyn" 24 wyd. 2 str. 86.

---

[3] Dane z pracy Dorna (1937) o występowaniu na hałdach śląskich *Viola calaminaria* i *Thlaspi alpestre var. calaminare* nie mają uzasadnienia.

Koch's W., 1892, Synopsis der Deutschen u. Schweizer Flora 3 Auflage Bd. 1 Leipzig S, 366.

Kosiński W., 1882, Kopalnie olkuskie, „Pam. Fizjogr." T. 2, str. 124—133.

Kozłowska A., 1928, Naskalne zbiorowiska roślin na Wyżynie Małopolskiej Kraków, „Rozpr. Wydz. Mat. Przyr. P. A. U." T. 67 Ser. AB str. 325—373.

Kozłowska A., 1933, Z badań nad dyluwium Śląska. Ukształtowanie utworów dyluwialnych i flora dryasowa z okolic Milowic i Makoszów, Katowice, Wyd. Muzeum Śląskie w Katowicach. Dział III. Nr 6.

Kozłowski K., 1887, O przemyśle górniczym w dawnej Polsce. „Wszechświat" T. 6 Nr 18—20.

Krauch C., 1882, Über Pflanzenvergiftungen. „Journ. f. Landwirtsch." Bd. 30 S. 271—291 ref. „Bot. Centralblatt" Bd. 12 S. 130—131.

Krauch C., 1883, Über die Wirkung von Zinksulfat u. hochsalzhaltigem Wasser auf Boden u. Pflanzen. „Landw. Versuchst." Bd. 28 S. 468.

Kraus G., 1906, Über den Nanismus unserer Wellekalkpflanzen, Verhandl. d. Phys-Med. Gesellschaft zu Würzburg N. F. Bd. 38 ref. „Bot. Centralblatt" Bd. 102 S. 245—246.

Kuhn K., 1937, Die Pflanzengesellschaften im Neckargebiet der Schwabischen Alb. Oehringen. Hohenlohesche Buchhandl.

Kuźniar Cz., 1930, Sprawozdanie z badań nad złożami cynku i ołowiu wykonanych w r. 1928. „Pos. Nauk. P. I. G." Nr 22—23 pos. z dn. 5.II 1929. Str. 14—15.

Kuźniar Cz. 1930. Złoża cynku i ołowiu na kopalni Ulisses „Pos. Nauk. P. I. G." Nr 28 pos. z dn. 16.XII.1930 str. 17—18, W-wa.

Laband L., 1901, Zur Verbreitung des Zinkes im Pflanzenreiche, „Zeitschr. f. Untersuchungen d. Nahrungs-u-Genussmittel Berlin S. 489—492.

Lämmermayr L., 1926, Materialen zur Systematik u. Ökologie der Serpentinflora I. Neue Beiträge zur Kenntnis der Flora steirischer Serpentine. Wien. „Sitzber. Akad. Wiss. Wien Math.-Naturw." Kl. Abt. I Bd. 135 9 Heft S. 369—407.

Lencewicz St., 1937, Wielka Geografia Powszechna — Polska, W-wa.

Libbert W., 1930, Die Vegetation des Fallsteingebietes. „Mitt. floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft in Niedersachsen". Heft 2. S. 1—66 Osterwieck.

Linstow O., 1929, Bodenanzeigende Pflanzen 2 Aufl. „Abhandl. d. Preuss. Geol. Landesanstalt" N. F. Heft 114 S. 246, Berlin.

Lundegårdh H., 1927, Der Einfluss des aus den Rauchgasen ausgefällten Zinks u. Bleis im Boden auf die Entwicklung der Pflanzen. Meddelane Nr 326 från Centralanstalten f. försoksväsendet pä jordbruksområdet Avdelningen f. Landbruksbotanik N. 42. S. 14 Stockholm (po szwedzku z ang. streszczeniem) ref. „Bot. Centralbl." N. F. Bd. 12 (154) S. 200—201.

Łapczyński K., 1890, Zasięgi roślin krzyżowych w Królestwie Polskim i krajach sąsiednich, „Pam. Fizjogr." T. 10, str. 3—40.

Machatschki-Laurich B., 1926, Die Arten der Gattung *Biscutella* L. Sectio *Thlaspidium* (Med.) DC. „Bot. Archiv." Bd 13 H. 1—2, S. 1—110.

Mc Hargue J. S., 1925, The occurence of copper, manganese, zinc, nickel and cobalt in soils, plants and animals, and their possible function as vital factors. „Journ. of Agric. Res." Vol. 30 No. 2 p. 193—196.

Maksimow A., 1949, Mikroelementy i mikronawozy, P. I. W. R., Warszawa.

Malinowski E., 1911, Monographie du genre *Biscutella* L. „Bull. Inst. de l'Acad. d. Sc. de Cracovie". Cracovie Année 1910, p. 111—139.

Manton I., 1934, The problem of *Biscutella laevigata* L. „Zeitschr. f. ind. Abst.-u.-Vererbungslehre" Bd. 67 p. 41—57.

Manton I., 1937, The problem of *Biscutella laevigata* L. „II Ann. of Botany" N. S. 1 p. 439—462.

Massart J., 1910, Esquisse de la géographie botanique de la Belgique. Rec. Instit. Bot. Leo Errera T. Suppl. VII_2.

Medwecka-Kornaś A., 1952, Zespoły leśne Jury Krakowskiej. „Ochrona Przyrody Roczn." 20 str. 133—236. Kraków, Nakł. Komitetu Ochr. Przyr. P. A. U.

Meusel H., 1943, Vergleichende Arealkunde Aufl. 2 Berlin.

Mitchell R. L., 1948, Trace constituens in soils and plants their significance and spectrographic determination. „Research 1". Nr 4 p. 159.

Mosseray R., 1937, Remarques sur les principaux groupements végétaux observés au cours de l'herborisation dans la Vallée de la Vesdre. „Bull. Soc. Royale de Bot. de Belgique" T. 69. Deuxieme serie T. 19 fasc. 2 p. 188—191.

Motyka J., 1947, Rozmieszczenie i ekologia roślin naczyniowych na północnej krawędzi zachodniego Podola. „Ann. Univ. M. Curie-Skłodowskiej" Vol. II Suppl. III Sectio C Lublin 1946—47 r.

Nobbe F., Baessler P. u. Will H., 1884, Untersuchungen über die Giftwirkung des Arsen, Blei u. Zink im pflanzlichen Organismus. „Landwirt. Versuchst." Bd. 30 S. 381—423.

Pax F., 1918, Die Pflanzenwelt Polens (Handbuch von Polen) Berlin Verlag v. D. Reimer.

Phillips Fr., 1822, The absorption of metallic oxides by plants. „Chemic News." Vol. 46 p. 224—226, 1882, ref. „Bot. Centralbl." 1883 Bd. 13 S. 364—365.

Przesmycki P., 1929, Monografia przyrodnicza powiatu Olkuskiego z mapą geologiczną. „Przegląd Górniczo-Hutniczy" T. 21 Nr 19—20 str. 491—511.

Pichi-Sermoll R., 1948, Flore e vegetazione della serpentine e della altare ofioliti dell Alta Valle del Tevere (Toscana). „Webbia". Vol. 6 pp. 1—380 Firenze.

Rankama K., 1941, Über eine neue Prospectionsmethode. „Geol. Rundschau". Vol. 32 S. 575—578.

Romer E., 1912, Encyklopedia Polska I (Grzybowski J. i Weiner St. Płody kopalne ziem polskich — rudy cynku) str. 144.

Rutkowski J., 1929, Sprawozdanie z badań wykonanych w r. 1928 na obszarze arkusza Bukowno. „Posiedzenia Nauk. P. I. G." Nr 24 pos. z dn. 5.III.1929 str. 28—29.

Rutkowski J., 1930, Sprawozdanie z badań geologicznych wykonanych w r. 1930 na arkuszu Bukowno mapy geologicznej Pol. Zagłębia Węgl. Nr 30 pos. z dn. 23.III.1930 str. 10—12.

Sachs J., 1865, Handbuch der experimentellen Physiologie der Pflanzen S. 153—155.

Schanderl H., 1930, Ökologische u. physiologische Untersuchungen an der Wellen-u-Muschelkalkflora des Meintales zwischen Würzburg u. Gambach „Planta" 10 S. 756—810, Berlin.

Scharrer K., 1941, Biochemie der Spurenelemente, Berlin.

Schulz-Halle A., 1912, Über die auf schwermetallhaltigen Böden wachsenden Phanerogamen Deutschlands. 40 Jahresbericht d. Westfal. Prov. Verein f. Wissenschaft u. Kunst S. 209—227. Münster.

Schmid G., 1925, Über *Centaurium pulchellum* Druce *f. palustre* (Gaudin) Schinz u. Tell. Entstehung von Zwergformen auf hochprozentigen Salzboden, „Allg. Bot. Zeitschr." 26—27 Jahrg S. 10—14 ref.

Schwickerath M., 1931, Das *Violetum calaminariae* der Zinkböden in der Umgebung Aachens, „Beiträge zur Naturdenkmalpflege" Bd. 14 Heft 6 S. 463—503. Berlin.

Schwickerath M., 1933, Die Vegetation des Landkreises Aachen u. ihre Stellung im nordlichen Westdeutschland. „Aachener Beiträge zur Heimatkunde" 13, 135 S. Aachen.

Schwickerath M., 1940, Eifelfahrt 1937. Ergebnisse der im Auftrage der Reichsstelle f. Naturschutz geleiteten pflanzensociologischen Studienfahrt durch die Eifel vom 25—31. VII 1937. „Beihefte Bot. Centralbl." 60 Abt. B. S. 52—123.

Siemiradzki J., 1903, Geologia Ziem Polskich T. I, Lwów, Nakł. Muz. im. Dzieduszyckich.

Skalińska M., 1949—50, Studies in chromosome numbers of Polish *Angiosperme*. „Acta Soc. Bot. Pol." Vol. 20. Nr 1 str. 45—68.

Stiles W., 1948, Trace elements in plants and animals New York.

Suza J. 1935, Das xerotherme Florengebiet Südwestmährens C. S. R. „Bot. Centralbl." Beihefte 53 Abt. II S. 440—455.

Szafer W., 1930, Element górski we florze niżu polskiego. „P. A. U. Rozpr. Wydz. Mat. Przyr." T. 69 Dział B 1929, Seria III T. 29 Nr 3 str. 1—112, Kraków.

Szafer W., 1946, Rodzaj Armeria Willd w Polsce. „Acta Soc. Bot. Pol." Vol. 17 Nr 1 str. 7—28, Kraków.

Szafer W., Kulczyński St. Pawłowski B., 1953, Rośliny Polskie, Warszawa, P. W. N.

Szkolnik M., 1950, Znaczenije mikroelemientow w żizni rastienij i ziemledielii str. 512, Moskwa Leningrad, Izd. Akad. Nauk SSSR.

Uechtritz R., 1876, Die wichtigeren Ergebnisse der Durchforschung der Schlesischen Phanerogammen-Flora im Jahre 1876. „24. Jahresbericht der Schles. Gesellschaft f. vaterländ. Kultur" S. 194.

Volk H., 1937, Über einige Trockenrasengesellschaften des Würzburger Wellenkalkgebietes. Beihefte „Bot. Centralbl." 57 Abt. II S. 577—606.

Volk O., 1938, Untersuchungen über das Verhalten der osmotischen Werte von Pflanzen aus steppenartigen Gesellschaften u. lichten Wäldern des mainfränkischen Trockengebietes. „Zeitschr. f. Botanik" 32 S. 65—149.

Walter M., 1932, Die Wasserverhältnisse an verschiedenen Standorten in humiden u. ariden Gebieten. „Beihefte Bot. Centralbl." 49 Ergbd. S. 495—514.

Warren K. V. and Howatson C. H., 1947, Biogeochemical prospecting for copper and zinc, „Bull. of the Geolog. Soc. of America" Vol. 58 Nr 9 p. 803—820.

Warren K. V. and Delavault R. E. 1949, Further studies in biogeochemistry. „Bull. of the Geolog. Soc. of America" Vol. 60 Nr 3 p. 531—560.

Wein K., 1926/27, Die Beziehungen zwischen Erzvorkommen u. Pflanzenverbreitung in Deutschland. „Der Naturforscher 3" S. 240—243, Berlin.

Weiss R. F., 1924, Die Gipsoflora des Südharzes, Beihefte „Bot. Centralbl." 40 Abt. II. S. 223—232.

Wóycicki Z., 1913, Obrazy Roślinności Królestwa Polskiego. Zesz. IV. „Roślinność terenów galmanowych Bolesławia i Olkusza". Warszawa.

Zalewski A., 1886, Zapiski roślinoznawcze z Królestwa Polskiego i z Karpat. „Sprawozd. z Komisji Fizjogr. Akad. Um." w Krakowie T. 20 str. 171—190. Kraków.

Żmuda A. J., 1915, Roślinność kopalna dyluwium krakowskiego. „Bull. Intern. de l'Acad. des Sc. de Cracovie" 1914 B. p. 209—352. Cracovie.

TABLICA I

a — *Dianthus carthusianorum* — forma karłowata — wierzch starej hałdy w Bolesławiu.

b — *Dianthus carthusianorum* — na lewo: zbocza wapienne Mydlniki k/Krakowa, w środku: k/Godzowa za Pychowicami (pod Krakowem), na prawo: wzgórza piaszczyste Giżycko woj. olsztyńskie.

c — *Ranunculus acer* — forma karłowata, wierzch starej hałdy w Bolesławiu.

d — *Ranunculus acer* — między Olkuszem a Bolesławiem, suche i wilgotne prześwietlone miejsca wśród sosen.



(Objaśnienia obok)



a — *Dianthus carthusianorum* — rośliny z nasion ze starej hałdy w Bolesławiu wyrosłe na ziemi ogrodowej. Zdj. 7.X.49.

b — *Dianthus carthusianorum* — rośliny z nasion ze starej hałdy w Bolesławiu wyrosłe na ziemi galmanowej. Zdj. 7.X.49.

c — *Dianthus carthusianorum* — rośliny z nasion z Giżycka woj. olsztyńskie wyrosłe na ziemi ogrodowej. Zdj. 7.X.49.

d — *Dianthus carthusianorum* — rośliny z nasion z Giżycka wyrosłe na ziemi galmanowej. Zdj. 7.X.49.

e - *Dianthus carthusianorum* — rośliny z nasion pochodzących z Bodzowa k/Pychowic (pod Krakowem) wyrosłe na ziemi ogrodowej. Zdj. 7.X.49.

f — *Dianthus carthusianorum* — rośliny z nasion pochodzących z Bodzowa k/Pychowic (pod Krakowem) wyrosłe na ziemi galmanowej. Zdj. 7.X.49.

TABLICA III

a — *Dianthus carthusianorum* — rośliny z nasion zebranych na starych hałdach w Bolesławiu. Na lewo dwa okazy w ziemi ogrodowej, na prawo jeden okaz w ziemi galmanowej. Zdj. 13.X.49.

d — *Dianthus carthusianorum* — te same okazy co na ryc. c. Zdj. 15.VII.50.

c — *Dianthus carthusianorum* — rośliny z nasion zebranych w Bodzowie k/Pychowic (pod Krakowem). Na lewo 2 okazy w ziemi ogrodowej, na prawo 1 okaz w ziemi galmanowej. Zdj. 13.X.49.

d — *Dianthus carthusianorum* — te same okazy co na ryc. c. Zdj. 15.VII.50

e — *Dianthus carthusianorum* — rośliny pochodzące z nasion zebranych w Giżycku woj. olsztyńskie. Na lewo w ziemi ogrodowej. na prawo w ziemi galmanowej. Zdj. 13.X.49.

f — *Dianthus carthusianorum* — te same okazy co na ryc. e. Zdj. 15.VII.50.



(Objaśnienia obok)

TABLICA IV

Armeria elongata lub *A. elongata var. Halleri.* Rośliny z różnych stanowisk obszaru galmanowego ułożone w szereg wg zawartości cynku w tkankach.

a — Bolesław — stara hałda. Rośliny z tego stanowiska wykazały największą zawartość cynku w tkankach.

b — Bolesław, na wschód od drogi Bolesław — Stary Ujków. Rośliny z tego stanowiska stoją na drugim miejscu pod względem zawartości cynku w tkankach.

c — Pomorzany — piaski. Rośliny z tego stanowiska zajmują trzecie miejsce pod względem zawartości cynku w tkankach.

d — Na pd od Starego Ujkowa. Rośliny z tego stanowiska zajmują czwarte miejsce pod względem zawartości cynku w tkankach.

e — Pod Olkuszem — rośliny z tego stanowiska zajmują piąte miejsce pod względem zawartości cynku w tkankach.

f — Na wyniosłości koło Starego Olkusza. Rośliny z tego stanowiska zajmują szóste miejsce pod względem zawartości cynku w tkankach.

g — *Armeria elongata* — Karwinów k. Częstochowy. Rośliny z tego stanowiska dostarczyły materiału kontrolnego.

TABLICA V

a — *Achillea millefolium* (wzgl. razem z *A. millefolium var. collina).* Na lewo rośliny z płaskiego wierzchu hałdy, na prawo z zagłębienia k. Starego Ujkowa

b — *Plantago lanceolata.* Na lewo rośliny z płaskiego wierzchu hałdy. na prawo z zagłębienia. Bolesław.

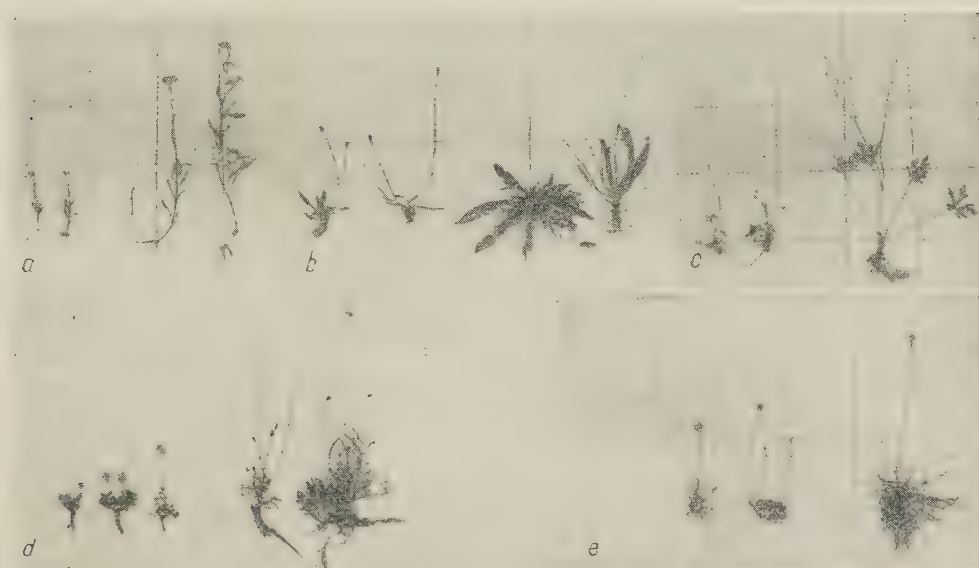
c — *Rucunuculus acer.* Na lewo rośliny z wierzchu hałdy, na prawo z zasłoniętego zbocza k. Starego Ujkowa.

d — *Scabiosa ochroleuca.* Na lewo rośliny z płaskiego wierzchu hałdy, na prawo z zagłębienia. Bolesław.

e — *Armeria elongata var. Halleri.* Na lewo rośliny z płaskiego szczytu hałdy, na prawo z zagłębień na pd. od Starego Ujkowa.

TABLICA IV

TABLICA V



(Objaśnienia obok)

ACTA SOCIETATIS
BOTANICORUM POLONIAE
Vol. XXIV — Nr 2
1955

A new object for investigation on the phototactic chloroplast movements

J. ZURZYCKI

It has been known for a long time that the capacity for phototactic chloroplast movements very common in water plants can also be observed in higher land plants (S t a h l 1880, H a b e r l a n d t 1888, S e n n 1908). So far however among the plants of the latter kind no object convenient for observations was found. As a rule very thin leaves with one or at most several cell layers of mosses, ferns and some higher water plants were used besides algae for experiments on phototactic chloroplast movements. The difficulties in observing phototactic movements in land plants are caused by 1) the bad visibility inside the leaf cells which can only partially be improved by infiltration, and 2) the complicated light conditions resulting from the many reflections and refractions on the inner leaf surfaces. In almost all earlier investigations on phototactic movements in land plants the chloroplast arrangements were observed on cross sections of leaves previously submitted to the action of light. Such results supply no data on the movement dynamism which can be studied only by continuous observation of the course of chloroplast movements while the movements take place in the cell.

It was found that an excellent object for such observations are the leaves of *Arabis arenosa* and it is best to collect the leaves from shadowed places. In the leaves of this plant it is easy to separate the spongy parenchyma from the palisade tissue without inflicting much dammage to the cells. For making the preparation a leaf is placed in a hypotonic sucrose solution (0.3 m solutions were used when the osmotic value of leaves was 0.45—0.50 m) with the upper surface downwards, then using a scalpel or a needle the epidermis from the under surface of the leaf is removed together with the spongy parenchyma. When the leaf is prepared in such a manner the cells of the palisade tissue and the chloroplasts inside them can readily be observed through the epidermis of the upper leaf surface. Though some cells are damaged during the operation and in these the chloroplasts do not move. In a great majority of cells the chloroplast movements are quite normal.

Preparations can also be made by separating the palisade parenchyma from the spongy tissue, however, the number of damaged cells in the spongy parenchyma is far greater. By applying this method of preparation the object for observation is composed of two cell layers, the inner tissue and the epidermis. Owing to this and also because of the partial infiltration of the sucrose solution into the inter cell space the visibility of the microscope image is very good. The photographs in Fig. 1 illustrate the same cells with chloroplast arrangements corresponding to weak light (epistrophe) and strong light (parastrophe).

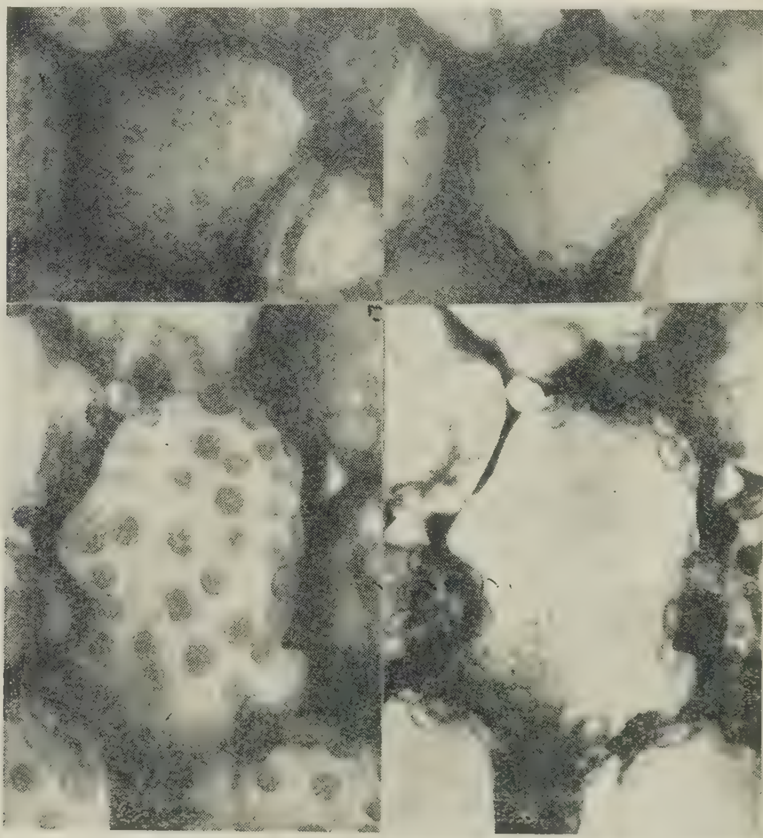


Fig. 1. *Arabis arenosa*. Flat and profil position of chloroplasts in the same cells of palisade parenchyma.

A drawback of the method here described is that the leaves must be treated rather roughly for preparation and that the cells are observed in conditions which deviate from normal. However this is the only method yet which makes possible an investigation on the dynamics of phototactic movements in cells of land plants. It may be that besides the leaves of *Arabis arenosa* the leaves of some other plants will prove to be adequate for preparation with this method and for observation.

SUMMARY

The leaves of the land plant *Arabis arenosa* proved to be convenient for investigations on phototactic chloroplast movements. In these leaves the palisade tissue can be separated from the spongy one without much damage to the cells. The method of preparation was described in detail. It seems that the leaves of *A. arenosa* are as yet the only material in which the course of chloroplast movements may be observed while the phototactic reactions take place.

Laboratory of Plant Physiology
Jagiellonian University, Kraków

(Received 9.XII.1954)

STRESZCZENIE

Materiałem odpowiednim do obserwacji ruchów fototaktycznych chloroplastów okazały się liście rośliny lądowej *Arabis arenosa*, w których można oddzielić bez większego uszkodzenia miękisz palisadowy od gąbczastego. Sposób sporządzania preparatu został szczegółowo opisany. Wymieniony materiał jest jak dotąd jedynym objektem wśród wyższych roślin lądowych, na którym można studiować ruchy chloroplastów w trakcie przebiegu reakcji fototaktycznych.

LITERATURE

Haberlandt G., 1886, Über das Assimilationsystem. „Ber. d. Deut. Bot. Ges." 4, 206.

Moore S., 1888, Studies in vegetable Biology III and IV. The influence of light upon protoplasmic movement. „Journ. Linn. Soc." 24, 200, 351.

Senn G., 1908, Die Gestalts- und Lageveränderung der Pflanzenchromatophoren. Leipzig.

Stahl E., 1880, Über den Einfluss von Richtung und Stärke der Beleuchtung auf einige Bewegungserscheinungen im Pflanzenreiche. „Bot. Ztg." 38, 297.

ACTA SOCIETATIS
BOTANICORUM POLONIAE
Vol. XXIV — Nr 2
1955

Materiały do fitosocjologicznej systematyki borów mieszanych w Polsce

Zur Systematik der azidophilen Mischwälder in Polen

WŁ. MATUSZKIEWICZ i M. POLAKOWSKA

Jednym z aktualnych zadań polskiej fitosocjologii jest syntetyczne opracowanie systematyki naszych zbiorowisk roślinnych jako niezbędnej podstawy dla rozwijających się coraz bardziej szczegółowych badań nad strukturą, ekologią i dynamiką rozwojową różnych jednostek szaty roślinnej. Jest to konieczne zarówno ze względu na organizację i porównywalność tych prac jak i z uwagi na ich przydatność dla praktyki. Dowodem aktualności zagadnień systematycznych, jeśli chodzi o roślinność, są liczne ostatnio próby opracowania jednolitej, racjonalnej, a przy tym opartej na przyrodniczych podstawach klasyfikacji zbiorowisk ważnych z gospodarczego punktu widzenia, to jest przede wszystkim lasów i łąk.

Nie ulega wątpliwości, że opracowanie pełnego systemu naszych zbiorowisk roślinnych uwzględniającego zwłaszcza ich zmienność ekologiczną i regionalną wymagać będzie licznych jeszcze badań, specjalnie pomyślanych i planowo prowadzonych. Jednak dla właściwej organizacji tych badań, a także z uwagi na liczne prace szczegółowe będące w toku konieczne jest szybkie dostarczenie tymczasowej syntezy stanowiącej w pewnym stopniu podsumowanie dotychczasowych badań w zakresie znajomości naszych zbiorowisk roślinnych.

W niniejszej notatce przedstawiamy wynik opracowania zespołów boru mieszanego w Polsce pod względem systematyczno-fitosocjologicznym. Opracowanie tych właśnie zbiorowisk wydało się nam szczególnie pilne po pierwsze dlatego, że kwestia ich stanowiska systematycznego jest szczególnie zawiła, sporna i dotąd nie wyjaśniona, po wtóre zaś dlatego, że zbiorowiska te z uwagi na rozpowszechnienie i znaczenie gospodarcze należą do najważniejszych zbiorowisk leśnych w kraju.

1. STAN ZBADANIA ZESPOŁÓW BORÓW MIESZANYCH W POLSCE

Pomimo dużej roli jaką odgrywają bory mieszane w szacie roślinnej Polski — stopień zbadania ich pod względem fitosocjologicznym pozostawia u nas wiele do życzenia. W znacznej mierze powodem tego jest fakt, że odnośne zbiorowiska są z reguły silnie zniekształcone w następstwie różnych zabiegów gospodarczych i skutkiem tego nigdy dotychczas nie przyciągały specjalnej uwagi fitosocjologów. Wobec niewielkiej stosunkowo ilości opracowań fitosocjologiczno-leśnych w ogóle nie jest dziwny fakt, że w literaturze naszej opublikowano dotychczas zaledwie kilkanaście (często zresztą dość fragmentarycznych) tabel z borów mieszanych.

Dawniejsze prace mają zasadniczo charakter opisowo-rejestracyjny: poszczególni autorzy opisują różne zbiorowiska borów mieszanych nadając im rozmaite nazwy; brak tu na ogół tendencji do wzajemnego porównania wyróżnionych zbiorowisk a także do ujęcia ich na szerszej podstawie w aspekcie geograficznym. Kwestia stanowiska systematycznego naszych borów mieszanych zjawia się dopiero w pracach nowszych, powojennych, gdy poszczególni autorzy opisując z różnych stron kraju odnośne zbiorowiska starają się je zidentyfikować z jakimiś zespołami już wyróżnionymi i scharakteryzowanymi wyraźnie pod względem fitosocjologicznym. Pierwszą pracę tego rodzaju ogłosiła Piotrowska (1950), która pod wpływem Preissinga (1943) zaliczyła zbiorowisko boru mieszanego w Wielkopolskim Parku Narodowym do zespołu *Periclymeno-Quercetum*. Następnie Medwecka-Kornaś (1952) uznała bory mieszane Jury Krakowskiej za przynależne do zespołu *Quercetum medioeuropaeum* Br.-Bl. 1932. Z kolei Matuszkiewicz (1952) wyróżnił w Białowieskim Parku Narodowym zbiorowiska borów mieszanych i zaliczył je do zespołu *Querceto-Betuletum* Tüxen 1930, uważając zresztą tę asocjację za identyczną z *Quercetum medioeuropaeum* Brauna. Tak więc w nowszej literaturze fitosocjologicznej spotykamy trzy nazwy określające przynależność systematyczną naszych borów mieszanych; w ostatnich czasach Piotrowska i inni badacze poznańscy zarzucili nazwę *Periclymeno-Quercetum* i zaczęli — pod wpływem ośrodka krakowskiego — używać nazwy *Quercetum medioeuropaeum*.

W tej sytuacji nie wiadomo, czy fakt używania trzech nazw należy interpretować jako występowanie w Polsce trzech odrębnych zespołów, czy też po prostu chodzi tu o nieporozumienie w zakresie synonimiki i nomenklatury.

Niezależnie od różnic poglądów na kwestię przynależności polskich borów mieszanych do tego czy innego zespołu — wszyscy autorzy zgodnie zaliczali dotąd odnośne zbiorowiska do związku *Quercion roboris*. Jak

wiadomo związek ten uważany jest na zachodzie Europy za reprezentanta odrębnej klasy, a mianowicie *Quercetea roboris-sessiliflorae*, względnie według nowszych poglądów — klasy *Querceto-Ulicetea* (B r a u n - B l a n q u e t 1947). Tymczasem u nas zbiorowiska borów mieszanych wykazują uderzające pokrewieństwo florystyczne z borami właściwymi reprezentującymi klasę *Vaccinio-Piceetea*. Zjawisko to nie występuje tak wyraźnie na Zachodzie, gdzie zespoły wspomnianej klasy ograniczone są w swym zasięgu do gór, na niżu zaś w ogóle nie są reprezentowane i nie wchodzą więc w kontakt ze zbiorowiskami związku *Quercion roboris*. Wobec nie dających się zaprzeczyć nawiązań florystycznych i ekologicznych międy naszymi borami mieszanymi a zespołami klasy *Vaccinio-Piceetea*, pojawiają się tendencje do zmiany istniejącej systematyki fitosocjologicznej w kierunku wyrażenia bliskiego powinowactwa obu grup zbiorowisk. Po raz pierwszy wypowiada tę myśl wyraźnie M e d w e c k a - K o r n a ś (1952) nie decydując się jednak na żadne konkretne posunięcie. Nieco później M a t u s z k i e w i c z (1952) proponuje włączenie związku *Quercion roboris* do rzędu *Vaccinio-Piceetalia*, klasy *Vaccinio-Piceetea* likwidując tym samym klasę *Quercetea roboris-sessiliflorae* a nawet rząd *Quercetalia roboris-sessiliflorae*. Tę daleko idącą propozycję stara się M a t u s z k i e w i c z uzasadnić licznymi danymi z literatury oraz własnymi obserwacjami dowodzącymi częstości wzajemnego przenikania elementów *Quercion roboris* i *Vaccinio-Piceetalia*.

Z kolei M e d w e c k a - K o r n a ś (1953) zajmuje stanowisko kompromisowe i przyznaje odnośnym zbiorowiskom rangę rzędu włączając je jako *Quercetalia roboris-sessiliflorae* równorzędnie z *Vaccinio-Piceetalia* do klasy *Vaccinio-Piceetea*. Tak zmodyfikowaną systematykę przyjęli również fitosocjologowie poznańscy.

Należy nadmienić, że analogiczną możliwość rozważał już dawniej B r a u n - B l a n q u e t (p. B r a u n - B l a n q u e t, V l i e g e r, S i s s i n g h 1939), wyraził jednak przekonanie, że ostateczny pogląd na tę sprawę można będzie uzyskać po dokładniejszym zbadaniu zbiorowisk rzędu *Quercetalia roboris* we wschodniej części Europy Środkowej. W późniejszych jednak wypowiedziach odniósł się B r a u n - B l a n q u e t sceptycznie do propozycji polskich fitosocjologów zwracając słusznie uwagę, że jeśli chodzi o nasze bory mieszane, to w każdym razie mamy do czynienia ze zbiorowiskami leżącymi u kresu zasięgu rzędu *Quercetalia roboris* natomiast w Europie Zachodniej, gdzie rząd ten ma centrum rozmieszczenia i gdzie reprezentowany jest w sposób typowy — przedstawia on jednak tak swoisty i odrębny typ roślinności, że łączenie go z rzędem *Vaccinio-Piceetalia* w jedną klasę nie byłoby słuszne. Podobne stanowisko zdają się zajmować również i inni badacze zachodnio-europejscy.

Tak więc stanowisko systematyczne borów mieszanych w Polsce pozostaje dotąd kwestią otwartą: należy dokładnie zbadać występujące u nas zespoły oraz krytycznie przeanalizować i ustalić ich pozycję w fitosocjologicznym systemie zbiorowisk roślinnych. Próbę rozwiązania tego zagadnienia stanowi niniejsza praca.

2. MATERIAŁ I METODA

Porównawczą analizę polskich borów mieszanych przeprowadziliśmy drogą zestawienia i statystycznego opracowania możliwie wszystkich tabel fitosocjologicznych dotyczących odnośnych zbiorowisk w Polsce. Staraliśmy się w miarę możności wyczerpująco uwzględnić materiały zawarte w naszym piśmiennictwie naukowym; wykorzystaliśmy jednak również szereg tabel dotychczas nie opublikowanych, a użyczonych nam łaskawie do opracowania przez różnych autorów. Wszystkim tym, którzy bezinteresownie zechcieli udzielić nam do wykorzystania swoje niepublikowane materiały, a w szczególności pp. mgr Florianowi Celińskiemu (Poznań), mgr Andrzejowi Czerwińskiemu (Białystok), mgr Anieli Matuszkiewicz (Warszawa) i mgr Hannie Piotrowskiej (Poznań) składamy serdeczne podziękowanie za ich pełną zrozumienia, wysoce koleżeńską postawę.

Celem porównania naszych borów mieszanych z analogicznymi zbiorowiskami zachodnio-europejskimi, do których częstokroć bywały one zaliczane, zestawiliśmy również po kilka wybranych tabel ze Szwajcarii, Niemiec północno-zachodnich i Niemiec wschodnich — dobrze, według naszego uznania, reprezentujących odnośne zespoły.

Ogółem wykorzystaliśmy do zestawienia 452 zdjęcia fitosocjologiczne ujęte w 33 tabelach, a mianowicie:

1. 22 zdjęcia Tüxena (1937) z NW Niemiec *(Querceto roboris-Betuletum typicum);*
2. 20 zdjęć Tüxena (1937) z NW Niemiec *(Querceto roboris-Betuletum molinietosum);*
3. 9 zdjęć Tüxena (1937) z NW Niemiec (*Querceto sessiliflorae-Betuletum* — odmiana subatlantycka);
4. 15 zdjęć Tüxena (1937) z NW Niemiec (*Querceto sessiliflorae-Betuletum* — odmiana środkowo-europejska);
5. 8 zdjęć Tüxena (1937) z NW Niemiec *(Querceto sessiliflorae-Betuletum molinietosum);*
6. 13 zdjęć Tüxena (1937) z NW Niemiec *(Querceto sessiliflorae-Betuletum violetosum Rivinianae);*
7. 6 zdjęć Brauna-Blanqueta (1932) z półn. Szwajcarii *(Quercetum medioeuropaeum);*
8. 10 zdjęć Ettera (1943) z Szwajcarii *(Querceto-Betuletum);*

9. 11 zdjęć Piotrowskiej (1950) z Wielkopolskiego Parku Narodowego *(Periclymeno-Quercetum);*
10. 7 zdjęć Preissinga (1943) z Ziemi Lubuskiej *(Periclymeno-Quercetum marchicum typicum* — odmiana sucha — typowa);
11. 12 zdjęć Preissinga (1943) z Ziemi Lubuskiej *(Periclymeno-Quercetum marchicum typicum* — odmiana wilgotna — z *Molinia coerulea);*
12. 11 zdjęć Preissinga (1943) z Ziemi Lubuskiej *(Periclymeno-Quercetum marchicum fagetosum* — odmiana sucha — typowa);
13. 15 zdjęć Medweckiej-Kornaś (1952) z Jury Krakowskiej *(Quercetum medioeuropaeum);*
14. 23 zdjęcia Matuszkiewicza (1952) z Białowieskiego Parku Narodowego *(Querceto-Betuletum serratuletosum);*
15. 6 zdjęć Piotrowskiej (niepubl.) z nadleśnictwa Szczecinek na Pomorzu Zachodnim;
16. 10 zdjęć A. Matuszkiewicz (1953) z okolic Lublina *(Quercion roboris);*
17. 8 zdjęć Niedziałkowskiego (1929) z nadleśnictwa Rogów-Strzelna *(Pineto-Quercetum typicum);*
18. 6 zdjęć Niedziałkowskiego (1929) z nadleśnictwa Rogów-Strzelna *(Pineto-Quercetum carpinoso-piceetosum);*
19. 3 zdjęcia Kozłowskiej (1925) z Wyżyny Małopolskiej *(Pineto-Quercetum);*
20. 19 zdjęć A. Matuszkiewicz (niepubl.) z Puszczy Białowieskiej;
21. 7 zdjęć Matuszkiewicza (niepubl.) z nadleśnictwa Zwierzyniec n. Wieprzem na Roztoczu;
22. 10 zdjęć A. i W. Matuszkiewiczów (1954) z okolic Puław *(Querceto-Betuletum* — wariant z *Dicranum);*
23. 34 zdjęcia A. i W. Matuszkiewiczów (1954) z okolic Puław *(Querceto-Betuletum* — wariant z *Festuca);*
24. 10 zdjęć Nowińskiego (1929) z Puszczy Sandomierskiej („las bukowy z sosną, grabem lub dębem i roślinnością sosnową w piętrach niższych");
25. 24 zdjęcia Nowińskiego (1929) z Puszczy Sandomierskiej („las bukowo-sosnowy z roślinnością sosnową w piętrach niższych");
26. 23 zdjęcia Piotrowskiej (niepubl.) z Wyspy Wolin;
27. 18 zdjęć Celińskiego (niepubl.) z Puszczy Bukowej pod Szczecinem;
28. 15 zdjęć Passarge'a (1953) z Niemiec Środkowych *(Querceto-Luzuletum);*
29. 22 zdjęcia Passarge'a (1953) z Niemiec Środkowych *(Querceto-Betuletum);*
30. 19 zdjęć Czerwińskiego (niepubl.) z Puszczy Augustowskiej;
31. 12 zdjęć Dziubałtowskiego (1928) z Gór Świętokrzyskich *(Pineto-Quercetum);*
32. 5 zdjęć Dziubałtowskiego i Kobendzy (1934) z Gór Świętokrzyskich *(Querceto-Pinetum);*
33. 19 zdjęć Matuszkiewicza (1952) z Białowieskiego Parku Narodowego *(Querceto-Betuletum lycopodietosum).*

Powyższy materiał jest bardzo niejednorodny, zwłaszcza jeśli chodzi o tabele krajowe. Ilość zdjęć zestawionych w poszczególnych tabelach jest bardzo różna i waha się od 3 do 34. Jasne jest zatem, że stopnie stałości stanowiące podstawę waloryzacji gatunków mają różną wartość za-

leżną wprost od ilości zdjęć w danej tabeli. Szczególnie gdy ilość zdjęć jest mniejsza od 5 wówczas wartość stopni stałości staje się zupełnie problematyczna.

Również należy podkreślić, że materiały które mieliśmy do dyspozycji posiadają różny ciężar gatunkowy. Obok tabel nowych mamy i dawniejsze wykonywane w początkowym okresie badań fitosocjologicznych u nas. Obok prac autorów zaawansowanych mamy tabele pracowników początkujących, których doświadczenie oraz stopień przygotowania mógł być różny. Wreszcie nie wszystkie opracowania wykonywane były identyczną metodą, co także zmniejsza porównywalność poszczególnych tabel.

Pomimo tych usterek i braków tkwiących już w samym materiale stanowiącym podstawę naszej pracy uważamy, że wobec stosunkowo małej ilości opracowań fitosocjologiczno-leśnych w Polsce nie należy przeprowadzać zbyt daleko posuniętej selekcji w doborze tabel do porównawczej analizy tym bardziej, że opracowanie nasze ma charakter syntezy tymczasowej. Znając jednak niedoskonałość naszego materiału zwiększyć musimy dozę krytycyzmu zarówno przy opracowaniu, jak zwłaszcza przy interpretacji wyników.

Co się tyczy technicznej strony opracowania, to zestawialiśmy tabele w postaci syntetycznej waloryzując poszczególne gatunki przy pomocy stopni stałości według 5-stopniowej skali Brauna-Blanqueta. Warstwy roślinności potraktowaliśmy sumarycznie. W opracowaniu materiału zastosowaliśmy metody statystyczne rozpoczynając porównanie poszczególnych tabel od obliczenia ich współczynników podobieństwa florystycznego według znanego wzoru Steinhausa:

$$P = \frac{100 \cdot 2 \cdot c}{a+b} \quad (O < P < 100)$$

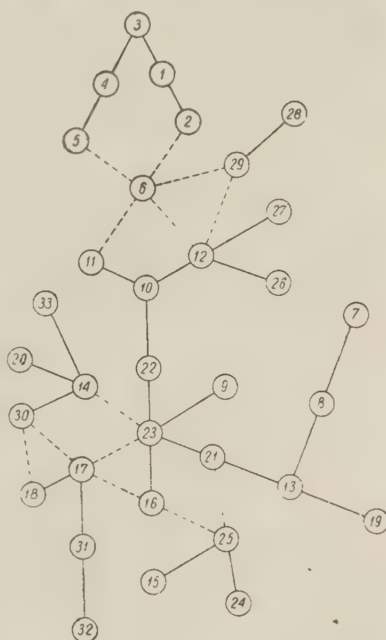
W celu znalezienia systemu odpowiadającego stosunkom pokrewieństwa florystycznego porównywanych zbiorowisk użyliśmy kolejno dwu metod graficzno-statystycznych, a mianowicie metody dendrytu, czyli tzw. „taksonomii wrocławskiej“ (Florek et c. 1952) oraz metody diagramu Czekanowskiego.

Wyniki opracowania statystycznego interpretowaliśmy drogą bezpośredniej analizy florystycznej.

3. STANOWISKO SYSTEMATYCZNE BORÓW MIESZANYCH W POLSCE

Uwagi na temat stanowiska systematycznego naszych borów mieszanych rozpoczniemy od przedstawienia i interpretacji wyników opracowania statystycznego porównanych tabel fitosocjologicznych.

Załączony dendryt przedstawia obraz systemu badanych zbiorowisk w oparciu o zasadę najmniejszej odległości systematycznej. Porównywane tabele grupują się wyraźnie w dwa kompleksy. Pierwszy z nich obejmuje wszystkie *Querceto-Betuleta* Tüxena (1, 2, 3, 4, 5, 6), *Periclymeno-Quercetum* Preissinga (10, 11, 12), obie tabele Passarge'a z obszaru środkowo-niemieckiego (28, 29) oraz tabele Celińskiego (27) i Piotrowskiej (26) z północno-zachodnich krańców Polski. Przeważająca większość tabel polskich (9, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 30, 31, 32, 33) tworzy drugi kompleks; nawiązują tu również tabele szwajcarskie (7, 8).

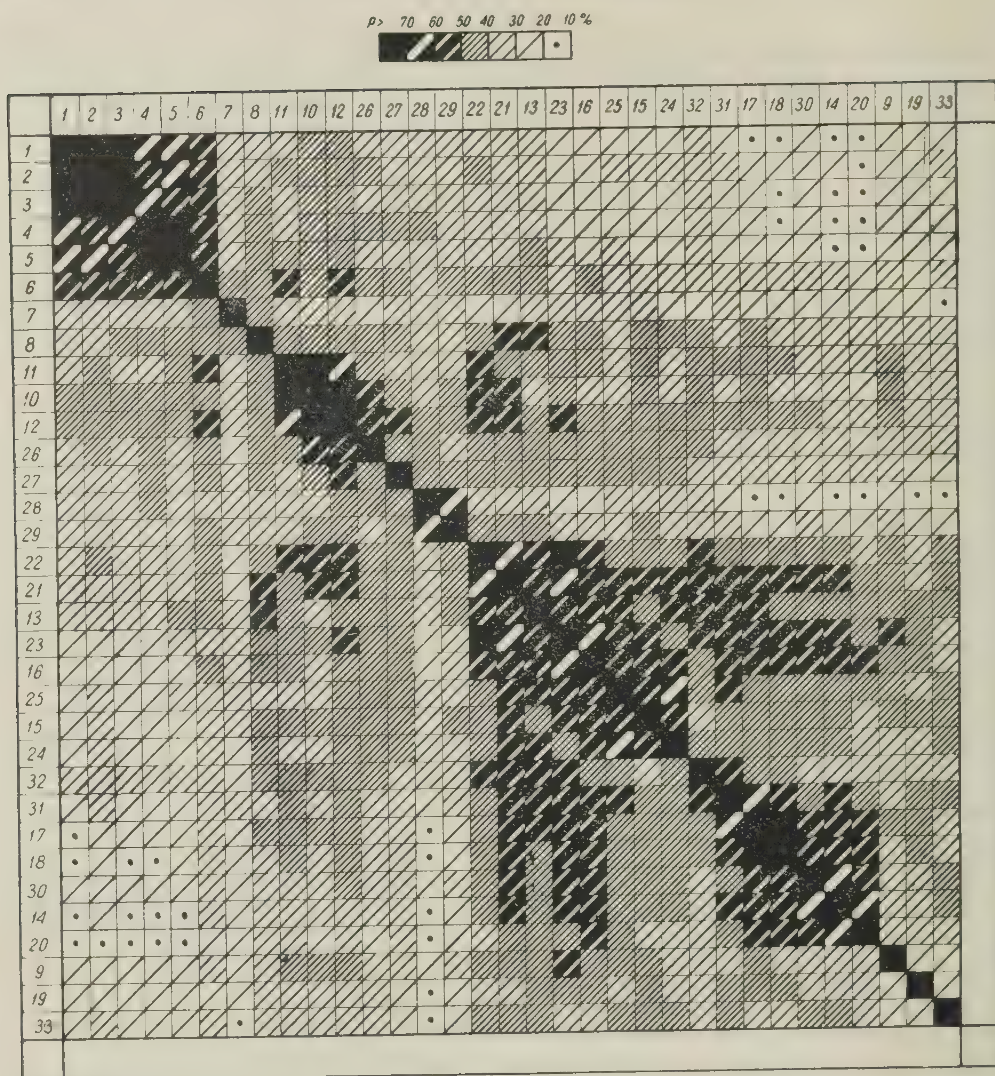


Ryc. 1. Dendryt 33 zbiorowisk boru mieszanego w Europie środkowej. (Dendrit von 33 Gesellschaften der azidophilen Eichenmischwälder Mitteleuropas).

Wzajemne stosunki pokrewieństwa florystycznego wszystkich porównywanych zbiorowisk lepiej uwydatnia diagram Czekanowskiego. Stwierdzamy przede wszystkim, że tabele Tüxena tworzą bardzo zwartą grupę ostro odgraniczoną od pozostałych zbiorowisk, a zwłaszcza od zbiorowisk polskich, które zgrupowały się na przeciwległym końcu diagramu tworząc również kompleks wyraźny, choć mocno zróżnicowany. Pomiędzy tymi dwoma grupami — reprezentującymi w pewnym sensie zbiorowiska skrajne — ulokowały się tabele o charakterze pośrednim, tworząc trzy dające się wydzielić zgrupowania. Są to: a) dwie tabele szwajcarskie (7, 8), b) tabele Preissinga (10, 11, 12) i wyraźnie do nich nawiązujące tabele z Pomorza Szczecińskiego (26, 27) oraz c) środkowo-niemieckie tabele Passarge'a (28, 29). Te ostatnie tworzą grupę bardzo wyraźną i niewątpliwie reprezentują odrębny typ zbiorowiska.

Obie metody — zarówno taksonomii wrocławskiej, jak diagramu Czekanowskiego — dają w zasadzie zgodny wynik jeśli chodzi o porównanie statystyczno-systematyczne uwzględnionych tabel. Streścić go można następująco:

1. Porównywane zbiorowiska grupują się z 5 jednostek odpowiadających prawdopodobnie zespołom, przy czym zarówno ich zwartość wewnętrzna, jak stopień odrębności mogą być bardzo różne.



Ryc. 2. Diagram podobieństwa 33 zbiorowisk boru mieszanego w Europie Środkowej. Aehnlichkeitsdiagramm von 33 Gesellschaften der azidophilen Eichenmischwälder Mitteleuropas.

2. Poszczególne jednostki mają różne rozmieszczenie geograficzne, a mianowicie:

Grupa I obejmuje zbiorowiska z Niemiec północno-zachodnich (tabele 1, 2, 3, 4, 5 i 6);

Grupa II obejmuje zbiorowiska szwajcarskie (tabele 7 i 8);

Grupa III obejmuje zbiorowiska z Niemiec północno-wschodnich, zachodniej części Ziemi Lubuskiej i zachodniej części Pomorza Zachodniego (tabele 10, 11, 12, 26 i 27);

Tabela 1

Zróżnicowanie florystyczne 33 porównanych zbiorowisk — (Floristische Differenzierung von 33 untersuchten Waldgesellschaften)

Nr tabeli — Nr der Tabelle	a						b		c					d		e																	f
	1	2	3	4	5	6	7	8	11	10	12	26	27	28	29	22	21	23	16	9	25	15	24	32	31	13	19	17	18	30	14	20	33
Galium saxatile	III	IV	IV	II	II	IV																											
Ilex aquifolium	II	II	III		II																												
Aulacomium androgynum	I	II			II																												
Corydalis claviculata	I					I																											
Blechnum spicant	I		I	I																													
Genista germanica							V	I										II	I					I	II	II		I					
Genista sagittalis							III	I																									
Potentilla sterilis							III																										
Hieracium Lachenalii														II	III	III	III	III						III		I		IV	IV				
Pirola rotundifolia								I					I						II			I					II	II		II	II	II	
Scorzonera humilis																	II	II	II		II	I	I	II	III			II	I	II	II	IV	
Ajuga reptans						II											III	III	I	I	III	IV	III	I	IV	II		V	V	III	IV	IV	
Brachypodium silvaticum															I				I	III		I				I		I	II		I		
Calamintha vulgaris																		III	II	I								IV	IV		I	IV	
Campanula persicifolia											II		I					II	V	I	I		I			I		IV	IV	III	III	III	
Daphne mezereum																				I	II			II	IV	I	IV	II	I	I	V	V	
Dryopteris filix-mas																	II	II	I	I	II		I	II		I			IV	I		I	
Evonymus verrucosa																I		IV	II		II		II	II	I	I	IV	V	V	III	I	II	
Galium boreale																			I	V	I	I						V	III			III	
Galium Schultesii																		I	I		I			IV	II	I	V	V	V	I	I	II	
Galium vernum																	III	IV	V		II		II	III	IV	IV	V	II	III			II	
Hepatica nobilis																		I				II	I		III		IV	II	II	V	IV	III	
Hypericum maculatum																			I			V		I	III	I		III	IV	II			
Lilium martagon																		I	II		I			I	I			II	I	II	V	III	
Melampyrum nemorosum																		I	I					II	II	II	IV			III	III	V	
Peucedanum oreoselinum																I	III	II	II	II	II		I							I	II	III	
Pimpinella saxifraga						II							I				I		II	II	I	I	I					IV	IV			I	
Pirola uniflora																	I				I	I	I		II			II		II			
Polygonatum odoratum						II										I	III	IV	IV	III	II	I	I		I	I		II	I	III	V	V	
Potentilla alba																		III	III	I			I					IV	V			III	
Sanicula europaea																			I						II	I	IV	II	V	I	I	I	
Thalictrum aquilegifolium																				I		I						I	I		I	III	
Vicia sepium												I							I		I	I						II	II		I	V	
Lycopodium annotinum													II				II				II	I			II					I	I		V
Plagiochila asplenioides												I																			I		IV
Pleuroschizma trilobatum																															I		IV
Sphagnum Girgensohni																																	II
Hypericum pulchrum	I	I	II	·I	I	IV	I	V																									
Teucrium scorodonia		I	I	III	III	I	V	V																									
Hieracium laevigatum	I	I	II	II	III	IV				I	II		I	I	II																		
Mnium hornum		III			III					I		I	I	II																			
Holcus mollis	IV	III	II	III	IV	III			III	IV	II	I	IV	I	II							I							III	IV		I	
Polypodium vulgare	II	I	I	I		III			III			I	I											I									
Deschampsia flexuosa	V	V	V	V	IV	V	II	V	V	IV	V	V	V	V	III							III				I							
Lathyrus montanus		I		I	I	IV	V	V	IV	IV	V	III	II	II	I							III											
Leucobryum glaucum	II	II	II	II	II	II	+	I	I	I			II	I	I		II				I			I	III	II							
Hypnum cupressiforme	III	IV	II	II		II	–	I			II	II	I	I	I										IV								
Hieracium sabaudum				I		I	II	II			I		II											IV	I	V							
Lonicera periclymenum	IV	IV	IV	III	IV	III	+					II	I																				
Anthoxanthum odoratum						IV	III	III	V	IV	II		IV		II				II	III	II	IV	I	I	IV	I		IV	V				
Catharinaea undulata							–	III					II	II	II		I	II	III			II			IV	II		II	V	III	I	I	
Fragaria vesca							IV	II	V	III	II	I	I			II	V	IV	V	V	II	IV	III		II	II	IV	V	V	V	V	V	
Galium mollugo								I			II	I				I		II	II		I	III						II	I		I	IV	
Hieracium murorum								III	II	I	IV	I	V	II	I	III	IV	IV	II	IV	IV	I	III	I	V	III	IV	V	V				
Veronica chamaedrys						II	III	I	IV	II	II	I	III		I		III	IV	IV	II	II	IV	III		II	II		IV	V	V	IV	V	
Viola Riviniana						IV	III		III	II	IV	I	I				I		II	I						I		V	V	V	V	IV	
Anemone nemorosa						IV	IV	IV				I	I	IV	II		III		III		IV	V	IV		V	I		V	V	I	V	I	II
Carex digitata							II				III	I	I			IV	III	V	II		II	II	I	I	I	I		I	V	IV	IV	III	I
Luzula pilosa						III		V	V	V	IV	V	V	II	II	V	V	V	V	III	V	V	V	V	V	V		V	V	V	IV	IV	V
Pinus silvestris								V	V	V	V	V	I		III	V	V	V	V	V	V	IV	V	IV	V	I	V	V	V	V	V	V	I
Rhytidiadelphus triquetrus								V			II	I	I				I	I	I		I	I				I		I	II	V	IV	III	III
Viburnum opulus								I					I					II	II		I			III	IV	II		II	IV	I	I	I	I
Viola silvestris								III				II	II	I	III	II	IV	V	III		II	IV	III		V	IV	V				II	III	I
Mycelis muralis												I		II	II		III	III	I	II	II	III	I		III	I	IV	IV	IV	IV	II	II	
Sieglingia decumbens										II		I	I				II			II	I			IV	IV	I		I	V			II	
Calamagrostis arundinacea									V	IV	IV	II	I	III	III	I	V	IV	III	III	II	III	I	III	IV	IV		IV	V	V	V	V	V
Dicranum undulatum		I							II	III	III	II	I		I	V	IV	II			I	II	I	III	V			II	IV	II	II		I
Pirola secunda									III		I	I	I			I	III	II	II	I	I	I		I	IV	III	V	V	V	V	V	IV	II
Acer platanoides																		II		III		I								I	V	III	IV
Corylus avellana								II							III	III	III	III	III	I	II	IV	I	III	V	V	V	V	IV	V	IV	III	IV
Lysimachia vulgaris																			I		II		I		III	I		III	II	I		I	IV
Melica nutans								I	V			I				II	III	V	V	II	II	III	I	IV	III	III	II	V	V	I	IV	V	I
Milium effusum								I											I	II		I	I			I			II		III	II	I
Picea excelsa								V				I	II				V		I		III	III	III		III	III		IV	V	V	V	V	V
Pirola minor											III										I		I		IV	I		II	III		II	II	I
Rubus saxatilis										II						III	I	V	V	IV	I	I		II	III			IV	V	V	V	V	III
Stellaria holostea															I			I	I		I	I	I		II	I	IV			I	III	III	II
Tilia cordata						II		I							III	II		I		I	I		I	I	V	II		I	II	I	V	II	II

a. *Querceto-Betuletum* Tüxen 1930.
b. *Quercetum medioeuropaeum* Br.-Bl. 1932.
c. *Periclymeno-Quercetum* (Hartm. 1934) Preis., Knapp 1942.
d. *Querceto-Luzuletum* Passarge 1953.
e. *Pineto-Quercetum* Kozłowska 1925.
f. *Querceto-Piceetum* Mat. 1955.

Grupa IV obejmuje zbiorowiska z Środkowo-Niemieckiego Obszaru Suchego (tabele 28 i 29);

Grupa V obejmuje zbiorowiska występujące w przeważnej części ziem polskich, a mianowicie: na Pomorzu (15), w Wielkopolsce (9), Wyżynie Małopolskiej (13, 19), Górach Świętokrzyskich (31, 32), Wyżynie Lubelskiej (16, 22, 23), Roztoczu (21), Nizinie Sandomierskiej (24, 25), Okręgu Łódzkim (17, 18) i Podlasiu (14, 20, 30).

3. Zbiorowiska borów mieszanych w Polsce (grupa V) wykazują wyraźną odrębność od analogicznych zbiorowisk zachodnio-europejskich i w żadnym przypadku nie mogą być identyfikowane ani z szwajcarskim *Quercetum medioeuropaeum* (grupa II) ani tym mniej z subatlantyckim *Querceto-Betuletum* (grupa I).

4. Zbiorowiska grupy IV, a także III mają zdecydowanie charakter pośredni i nawiązują z jednej strony do zbiorowisk zachodnio-europejskich, z drugiej — do zbiorowisk polskich.

Taki jest formalny wynik statystycznego porównania badanych zbiorowisk. Chcąc weń włożyć treść należy przede wszystkim przeanalizować florystyczne różnice i podobieństwa odnośnych jednostek. Okazuje się, że zróżnicowanie badanego materiału na pięć grup — co stwierdziliśmy w wyniku porównania statystycznego — znajduje uzasadnienie w poważnych różnicach florystycznych świadczących o tym, że mamy tu do czynienia z pięcioma regionalnie odrębnymi zespołami. Zanim przystąpimy do omówienia stosunków fitosocjologiczno-systematycznych najbardziej interesujących nas zbiorowisk polskich — poświęcimy kilka uwag zbiorowiskom zachodnio-europejskim, z którymi nasze bory mieszane nieraz utożsamiano.

Okazuje się więc przede wszystkim, że *Querceto-Betuletum* Tüxena i *Quercetum medioeuropaeum* Brauna-Blanqueta stanowią dwa odrębne zespoły. Na tym stanowisku stał zawsze Braun-Blanquet (1932), a u nas — fitosocjologowie krakowscy. Niektórzy jednak autorzy uważali, że w obu przypadkach mamy do czynienia z jednym i tym samym zespołem. Tak np. Tüxen (1937) uważał *Quercetum medioeuropaeum* za synonim swojego *Querceto sessiliflorae — Betuletum*, Etter (1943) zaś opisując szwajcarskie zbiorowisko acidifilnej dąbrowy zalicza je wprost do *Querceto-Betuletum*. U nas Matuszkiewicz (1952) opisując bory mieszane w Białowieskim Parku Narodowym określił je jako *Querceto-Betuletum* również uważając pod wpływem Tüxena tę nazwę za synonim *Quercetum medioeuropaeum*. W świetle wyników naszego opracowania pogląd ten okazuje się niesłuszny. Oba zespoły posiadają gatunki, które uchodzić mogą za charakterystyczne wzgl. wyróżniające w sensie ponad-regionalnym. Są to:

dla *Querceto-Betuletum*
Galium saxatile
Ilex aquifolium
dla *Quercetum medioeuropaeum*
Genista sagittalis

Aulacomium androgynum
Corydalis claviculata
Blechnum spicant
Genista germanica (słabo)
Potentilla sterilis

Niezależnie od tego w skład *Querceto-Betuletum* wchodzi szereg gatunków subatlantyckich i borealnych, których brak w *Quercetum medioeuropaeum*. Są to:

Betula pubescens
Hieracium laevigatum
Holcus mollis
Mnium hornum
Polypodium vulgare
Trientalis europaea

Na odwrót w *Quercetum medioeuropaeum* spotykamy niektóre gatunki mezotroficzne, częściowo o charakterze elementów kontynentalnych, które nie występują w *Querceto-Betuletum*. Tu należą:

Anemone nemorosa
Carex digitata
Catharinaea undulata
Corylus avellana
Milium effusum
Tilia cordata
Viburnum opulus
Viola silvestris

Anthoxanthum odoratum
Fragaria vesca
Hieracium murorum
Luzula pilosa
Melica nutans
Pinus silvestris
Rhytidiadelphus triquetrus
Veronica chamaedrys
Viola Riviniana

Znaczną część tych gatunków stanowią elementy klasy *Querceto-Fagetea* (lewa kolumna). Gatunki tej klasy nie biorą praktycznie żadnego udziału w zbiorowiskach związku *Quercion roboris* w klimacie atlantyckim — przechodzą natomiast (choć rzadko) do analogicznych zbiorowisk w klimacie bardziej kontynentalnym.

W ścisłym związku z tym twierdzeniem pozostaje fakt, że niektóre gatunki wymienione powyżej jako wyróżniające w stosunku do *Querceto-Betuletum (Anemone nemorosa, Anthoxanthum odoratum, Luzula pilosa, Veronica chamaedrys* i *Viola Riviniana)* pojawiają się w *Querceto-Betuletum violetosum Rivinianae* stanowiącym najbardziej na wschód wysuniętą formę subatlantyckiego zespołu *Querceto-Betuletum*.

Jeżeli z kolei porównamy oba zachodnio-europejskie zespoły ze związku *Quercion roboris* z naszymi borami mieszanymi to stwierdzimy, że różnice są bardzo głębokie. W polskim zbiorowisku brak całego szeregu gatunków występujących w *Querceto-Betuletum* i *Quercetum medioeuropaeum*, względnie w jednym z nich. Oprócz wymienionych poprzednio jako wyróżniające w sensie terytorialnym chodzi tu o następujące gatunki:

Hypericum pulchrum	*Hieracium laevigatum*
Lonicera periclymenum	*Mnium hornum*
Teucrium scorodonia	*Polypodium vulgare*

Z wymienionych gatunków trzy pierwsze są to elementy zachodnie nie występujące w ogóle w obszarze rozmieszczenia omawianego zbiorowiska. Są to równocześnie najlepsze gatunki charakterystyczne związku *Quercion roboris.* Pozostałe gatunki występują z rzadka u nas choć nie weszły w skład badanych borów mieszanych; częściowo zajmują one odmienne siedliska.

Następujące gatunki mogą również uchodzić za wyróżniające w stosunku do polskich borów mieszanych:

Deschampsia flexuosa	*Hypnum cupressiforme* (naziemne)
Hieracium sabaudum	*Lathyrus montanus*
Holcus mollis	*Leucobryum glaucum*

Gatunki te występują niekiedy w naszym zbiorowisku, lecz znacznie rzadziej i z niższą stałością niż w omawianych zespołach zachodnio-europejskich. Niektóre z nich *(Deschampsia flexuosa, Lathyrus montanus)* należą do elementu zachodniego w naszej florze.

Polskie bory mieszane różnią się jednak od zachodnio-europejskich acidifilnych dąbrów nie tylko negatywnie, lecz także — i to przede wszystkim — pozytywnie, tj. udziałem szeregu gatunków zupełnie, lub prawie nie występujących w zachodnich zbiorowiskach związku *Quercion roboris.* Wynika to już z samego porównania przeciętnej ilości gatunków w zespole. Odnośna wartość wynosi:

dla *Querceto-Betuletum*	46,3 gatunków w tabeli
dla *Quercetum medioeuropaeum*	76,5 gatunków w tabeli
dla zbiorowisk polskich	112,8 gatunków w tabeli.

Nasze bory mieszane są więc florystycznie bogatsze w porównaniu z analogicznymi zbiorowiskami zachodniej Europy.

Liczba gatunków wyróżniających nasze zbiorowisko w stosunku do *Querceto-Betuletum* i *Quercetum medioeuropaeum* jest bardzo znaczna. Wśród tych gatunków spotykamy charakterystyczne dla:

rzędu *Vaccinio-Piceetalia* — np.

Dicranum undulatum	*Pirola rotundifolia*
Lycopodium annotinum	*Pirola secunda*
Picea excelsa	*Pirola uniflora*
Pirola minor	*Vaccinium vitis-idaea*

klasy *Vaccinio-Piceetea* — np. *Calamagrostis arundinacea*
rzędu *Quercetalia pubescentis* np. *Calamintha vulgaris*
Campanula persicifolia
Lathyrus niger
Melittis melissophyllum
Polygonatum odoratum
Potentilla alba

rzędu *Fagetalia* i klasy *Querceto-Fagetea* np.
Acer platanoides
Brachypodium silvaticum
Corylus avellana
Daphne mezereum
Dryopteris filix-mas
Galium Schultesii
Galium vernum
Hepatica nobilis
Lilium martagon
Milium effusum
Mycelis muralis
Sanicula europaea
Stellaria holostea
Tilia cordata

Spośród gatunków towarzyszących wymienimy tylko takie, które najlepiej wyróżniają nasze bory mieszane od analogicznych zespołów zachodnio-europejskich. Są to:

Ajuga reptans
Evonymus verrucosa
Galium boreale
Melica nutans
Peucedanum oreoselinum
Rubus saxatilis
Scorzonera humilis

Większość wymienionych gatunków stanowią elementy kontynentalne niekiedy o zasięgach wyraźnie wschodniego typu. Gatunki te na zachodzie z reguły nie przechodzą do zbiorowisk związku *Quercion roboris*, względnie trafiają się tam zupełnie wyjątkowo. U nas stanowią one powszechną, choć często tylko sporadyczną, domieszkę w borach mieszanych.

W związku z tym należy zwrócić uwagę na interesujący szczegół a mianowicie, że na zachodzie rząd *Quercetalia roboris-sessiliflorae* jest zasadniczo bardzo wyraźnie oddzielony od rzędów: *Vaccinio-Piceetalia*, *Fagetalia* i *Quercetalia pubescentis*, częściowo na skutek ekologiczno-geograficznej izolacji. Ponieważ w Europie zachodniej zbiorowiska rzędu *Vaccinio-Piceetalia* występują tylko w górach w wyższych piętrach leśnych i piętrze subalpejskim — skutkiem tego nigdzie nie stykają się one z typowo niżowymi acidifilnymi dąbrowami. Te ostatnie zaś na niżu w warunkach klimatu subatlantyckiego zajmują najuboższe siedliska leśne na silnie zbielicowanych i zakwaszonych gruboziarnistych glebach — zupełnie nieodpowiednich dla zespołów klasy *Querceto-Fagetea*. Następ-

stwem tego jest florystyczna izolacja związku *Quercion roboris*. Odnośne zbiorowiska nie mają tam charakteru utworów przejściowych między lasami liściastymi a borami, lecz stanowią typ analogiczny do borów — częstokroć o cechach paraklimaksu.

Inaczej jest u nas. W warunkach klimatu kontynentalnego zbiorowiska rzędu *Vaccinio-Piceetalia* schodzą na niż (podzwiązek *Piceion septentrionale*) i tu kontaktują się zarówno z zespołami rzędu *Fagetalia*, jak i *Quercetalia pubescentis*. Zbiorowiskiem kontaktowym jest w tych warunkach z reguły bór mieszany. Nic dziwnego, że wykazuje on silne nawiązania zarówno do borów właściwych, jak do lasów liściastych.

Pośredni charakter naszych borów mieszanych przejawia się także w ich tendencjach dynamicznych, a mianowicie bardzo często wykazują one skłonność do sukcesji w kierunku borów typowych, względnie ulegają łatwo degradacji w tymże kierunku. Zbiorowiska związku *Quercion roboris* w Europie zachodniej stanowią zawsze ostatnie stadium sukcesji zbiorowisk leśnych; zdegradowane — przekształcają się co najwyżej we wrzosowiska z rzędu *Ulicetalia*.

Analiza florystyczno-fitosocjologiczna polskich borów mieszanych potwierdza zatem wniosek wyprowadzony poprzednio na podstawie badań statystycznych: odnośne zbiorowisko wykazuje tak istotne różnice florystyczne, ekologiczne, fitogeograficzne i dynamiczno-rozwojowe w stosunku do zachodnich zespołów związku *Quercion roboris*, że nie może być identyfikowane ani z subatlantyckim *Querceto-Betuletum*, ani ze szwajcarskim *Quercetum medioeuropaeum*. W porównaniu z nimi stanowi ono bezwzględnie jednostkę odrębną.

Przyjrzyjmy się z kolei pozostałym dwom zbiorowiskom wyróżnionym w wyniku opracowania statystycznego i zbadajmy jaki jest ich stosunek z jednej strony do zespołów zachodnio-europejskich, z drugiej zaś — do borów mieszanych występujących w przeważnej części ziem polskich.

Trzon kompleksu, który określiliśmy jako „grupa III" stanowią tabele Preissinga (1943) reprezentujące zespół *Periclymeno-Quercetum*. Niewątpliwie tutaj należą także tabele Piotrowskiej z wyspy Wolin i Celińskiego z Puszczy Bukowej pod Szczecinem. Jak wynika z naszego porównawczego zestawienia zespół ten nie posiada gatunków, które w sensie terytorialnym można by uznać za charakterystyczne (wzgl. wyróżniające) dla niego. Wynika to w znacznym stopniu z tego, że ma on charakter zbiorowiska pośredniego między zespołami zachodnimi, a omówionym powyżej zespołem polskim. Z pierwszymi łączy go stosunkowe ubóstwo florystyczne (przeciętnie 70,2 gatunków w tabeli) oraz udział niektórych gatunków zachodnich, rzadko lub wcale nie występujących w naszym borze mieszanym. Są to:

Deschampsia flexuosa
Lathyrus montanus
Lonicera periclymenum
Leucobryum glaucum
Hieracium sabaudum
Hypnum cupressiforme

wspólne z oboma zespołami zachodnimi oraz

Hieracium laevigatum
Holcus mollis
Mnium hornum
Polypodium vulgare

wspólne tylko z *Querceto-Betuletum.*

Pokrewieństwo florystyczne *Periclymeno-Quercetum* z naszym borem mieszanym przejawia się w obecności grupy gatunków wspólnych nie występujących ani w *Querceto-Betuletum*, ani w *Quercetum medioeuropaeum.* Są to w znacznym stopniu elementy borowe oprócz *Mycelis muralis* stanowiącego słaby gatunek charakterystyczny klasy *Querceto-Fagetea:*

Calamagrostis arundinacea
Dicranum undulatum
Pirola secunda
Sieglingia decumbens
Mycelis muralis

Charakterystyczną cechą *Periclymeno-Quercetum* w porównaniu z zachodnimi zespołami jest wyraźne zubożenie w gatunki charakterystyczne związku *Quercion roboris.* Brak tu zupełnie *Hypericum pulchrum* i *Teucrium scorodonia*, a *Hieracium laevigatum, H. umbellatum* i *Lonicera periclymenum* występują z mniejszą stałością.

Pomimo braku własnych gatunków charakterystycznych *Periclymeno-Quercetum* nie może być utożsamiane z żadnym z dwu zespołów zachodnio-europejskich. Od *Quercetum medioeuropaeum* różni się między innymi brakiem *Genista germanica* oraz udziałem gatunków borealnych wspólnych z *Querceto-Betuletum* i częściowo z polskim borem mieszanym *(Hieracium laevigatum, Holcus mollis, Mnium hornum, Polypodium vulgare, Trientalis europaea* i *Vaccinium vitis-idaea)* — od *Querceto-Betuletum* — obecnością szeregu elementów kontynentalnych wspólnych z polskim borem mieszanym i zespołem szwajcarskim (*Carex digitata, Fragaria vesca, Hieracium murorum, Luzula pilosa, Pinus silvestris, Rhytidiadelphus triquetrus, Viola Riviniana, Veronica chamaedrys* i in.).

Istotne są również różnice między *Periclymeno-Quercetum* a zbiorowiskiem boru mieszanego w Polsce. Oprócz wspomnianych wyżej nawiązań z zespołami zachodnimi diagnostycznie ważny jest brak w *Periclymeno-Quercetum* przeważnej liczby gatunków wyróżniających zbiorowisko polskie od acidifilnych dąbrów zachodnio-europejskich. W szczególności znamienny dla zespołu polskiego poważny udział elementów *Quercetalia pubescentis, Fagetalia* i *Querceto-Fagetea* nie ma w tym stopniu odpowiednika w składzie florystycznym *Periclymeno-Quercetum.*

Periclymeno-Quercetum należy więc uznać za samodzielny zespół. Jako jego gatunki charakterystyczne można lokalnie uważać elementy związku *Quercion roboris* — w pierwszym rzędzie *Lathyrus montanus* i *Lonicera periclymenum*.

Również odrębnym zespołem jest najprawdopodobniej zbiorowisko wyróżnione przez nas jako „grupa IV" a reprezentowane przez dwie tabele P a s s a r g e' a (1953) tj. „*Querceto-Luzuletum*" i „*Querceto-Betuletum*" z Środkowo-niemieckiego obszaru suchego w Prowincji Saksonii. Niewątpliwie spokrewnione jest ono najbliżej z *Periclymeno-Quercetum* i podobnie jak ono nawiązuje zarówno do zespołów związku *Quercion roboris* Europy zachodniej, jak i do borów mieszanych w Polsce. Wyróżnia się ono negatywnie absolutnym brakiem elementów *Quercetalia pubescentis* oraz bardzo wyraźnym obniżeniem udziału gatunków borowych. Brak tu np. takich elementów klasy *Vaccinio-Piceetea*, jak *Dicranum undulatum, Hylocomium proliferum, Juniperus communis, Picea excelsa, Pirola secunda, Polytrichum juniperinum, Trientalis europaea* i *Vaccinium vitis-idaea,* które pospolicie występują tak w *Periclymeno-Quercetum* jak i w zbiorowisku polskim. Również występujące w obu zespołach gatunki: *Carex digitata, Fragaria vesca, Rhytidiadelphus triquetrus, Veronica chamaedrys* i *Viola Riviniana* nie figurują prawie zupełnie w tabelach P a s s a r g e' a.

Omawiane zbiorowisko cechuje dalsze zubożenie w elementy *Quercion roboris.* Oprócz tych, których nie ma już w *Periclymeno-Quercetum,* brak tu jeszcze *Hieracium sabaudum, Hieracium umbellatum, Lonicera periclymenum* i *Pteridium aquilinum.*

Pozytywnie wyróżnia się to zbiorowisko w stosunku do zespołów zachodnich — zwłaszcza *Querceto-Betuletum* — nieco większym udziałem elementów lasów liściastych *(Corylus avellana, Mycelis muralis, Tilia cordata* i in.), zaś w stosunku do polskich borów mieszanych — wybitnym udziałem *Luzula nemorosa* (wspólna z *Querceto-Betuletum* i *Quercetum medioeuropaeum)* oraz występowaniem *Festuca heterophylla.*

Dla tego zbiorowiska reprezentującego w stosunkowo suchym i kontynentalnym klimacie zubożałą postać związku *Quercion roboris* uważalibyśmy za słuszną nazwę *Querceto-Luzuletum* użytą przez P a s s a r g e' a. Za lokalne gatunki charakterystyczne można uznać *Luzula nemorosa, Lathyrus montanus* oraz pozostałe elementy związku *Quercion roboris.*

Widzimy zatem, że żaden zespół acidifilnych dąbrów zachodniej i środkowej Europy nie jest identyczny ze zbiorowiskiem boru mieszanego występującego w przeważnych połaciach naszego kraju. W tej sytuacji uważamy za jedynie słuszne i wskazane wydzielenie odnośnego zbiorowiska jako samodzielnego zespołu uwarunkowanego regionalną specyfiką na-

szego klimatu, a prawdopodobnie również odrębną a swoistą historią rozwoju naszej flory i roślinności. Zespół ten od dawna u nas znany i badany, winien zgodnie z zasadą priorytetu nosić nazwę *Pineto-Quercetum* Kozłowska (1925). Nazwa ta wydaje się poza tym szczególnie trafna, odzwierciedla bowiem bardzo typową dla zespołu cechę struktury drzewostanu decydującą w większości przypadków o fizjonomii naszego zbiorowiska.

Co się tyczy pozycji systematycznej zespołu *Pineto-Quercetum* to zważyć należy następujące okoliczności:

1-o. W omawianym zespole brak najlepszych gatunków charakterystycznych związku *Quercion roboris*, jak *Hypericum pulchrum*, *Teucrium scorodonia*, *Lonicera periclymenum*, *Lathyrus montanus*, *Corydalis claviculata* i in. o wyraźnie zachodnim, subatlantyckim typie zasięgu.

2-o. Występujące pospolicie w *Pineto-Quercetum* gatunki uważane za charakterystyczne dla związku *Quercion roboris*, jak *Betula verrucosa*, *Populus termula*, *Pteridium aquilinum*, *Hieracium umbellatum*, *Polytrichum attenuatum*, *Veronica officinalis* i in. mają charakter eurytopowych gatunków słabo mezotroficznych o bardzo szerokim typie zasięgowym i nie odzwierciedlają w pełni typu warunków siedliskowych charakterystycznych dla wyraźnie subatlantyckich zbiorowisk związku *Quercion roboris*.

3-o. Sąsiadujące z *Pineto-Quercetum* od zachodu zespoły związku *Quercion roboris* a mianowicie *Periclymeno-Quercetum* i *Querceto-Luzuletum* mają charakter form kresowych swego związku, co przejawia się szybkim zubożeniem w gatunki charakterystyczne oraz brakiem gatunków wiernych w skali terytorialnej.

4-o. *Pineto-Quercetum* posiada kombinację gatunków zupełnie swoistą skutkiem poważnego udziału elementów rzędów *Vaccinio-Piceetalia*, *Quercetalia pubescentis*, *Fagetalia* i klasy *Querceto-Fagetea*. Kombinacja ta jest zasadniczo odmienna niż w związku *Quercion roboris*, gdzie w zbiorowiskach najbardziej typowych, jak np. *Querceto-Betuletum*, gatunki klasy *Querceto-Fagetea* (sensu lato) zasadniczo prawie nie występują, a udział gatunków rzędu *Vaccinio-Piceetalia* jest bardzo ograniczony.

5-o. Najpoważniejszą grupę charakterystyczną stanowią w *Pineto-Quercetum* gatunki rzędu *Vaccinio-Piceetalia*.

6-o. *Pineto-Quercetum* — odmiennie niż zbiorowiska związku *Quercion roboris* — ma charakter jednostki pośredniej między klasą *Querceto-Fagetea* a rzędem *Vaccinio-Piceetalia*.

7-o. W przeciwieństwie do zbiorowisk związku *Quercion roboris* zespół *Pineto-Quercetum* wykazuje często tendencje rozwojowe w kierunku zespołów rzędu *Vaccinio-Piceetalia*.

Biorąc pod uwagę powyższe fakty uważamy, że najwłaściwiej będzie włączyć zespół *Pineto-Quercetum* do związku *Vaccinio-Piceion* rzędu *Vaccinio-Piceetalia* klasy *Vaccinio-Piceetea*. Ze względu na znaczny udział elementów klasy *Querceto-Fagetea* zespół omawiany wejść winien w skład podzwiązku *Abieto-Piceion*.

Jako gatunki charakterystyczne zespołu *Pineto-Quercetum* w sensie regionalnym mogłyby wchodzić w rachubę *Hieracium Lachenalii* (ssp.), *Pirola rotundifolia*, a zwłaszcza *Scorzonera humilis*. Niewątpliwie dobrymi gatunkami wyróżniającymi są *Peucedanum oreoselinum* oraz *Evonymus verrucosa* występująca również w suchszych i uboższych podzespołach *Querceto-Carpinetum* a także w zbiorowiskach rzędu *Quercetalia pubescentis*. Poza tym pewne przywiązanie do omawianego zespołu wykazuje *Veronica officinalis*, którą poza zasięgiem związku *Quercion roboris* można by również traktować jako lokalnie charakterystyczną dla *Pineto-Quercetum*. Definitywne ustalenie listy gatunków charakterystycznych omawianego zespołu będzie możliwe dopiero w wyniku porównawczej analizy wszystkich zbiorowisk leśnych w Polsce, zwłaszcza zaś zbiorowisk borowych. Dotyczy to również ustalenia wartości systematycznofitosocjologicznej gatunków przechodzących ze związku *Quercion roboris*. Niektóre z nich, jak *Betula verrucosa, Polytrichum attenuatum, Populus tremula* i *Pteridium aquilinum* występują w *Pineto-Quercetum* z dość dużą stałością. Gatunki te poza zasięgiem związku *Quercion roboris*, dla którego są bardzo słabo charakterystyczne, umieszczamy tymczasowo w grupie elementów klasy *Vaccinio-Piceetea*. Dalsze prace porównawcze wykażą czy gatunki te utrzymają się w tej grupie, czy też przenieść je trzeba będzie do towarzyszących.

Zbiorowiskiem zbliżonym do *Pineto-Quercetum* jest interesująca postać boru mieszanego opisana z Białowieskiego Parku Narodowego przez Matuszkiewicza (1952) jako *Querceto-Betuletum lycopodietosum*. Występuje tu szereg gatunków wspólnych z *Pineto-Quercetum* wyróżniających oba zbiorowiska w stosunku do zespołów rzędu *Quercetalia roboris-sessiliflorae*, a w szczególności w stosunku do *Periclymeno-Quercetum*. Są to częściowo gatunki przechodzące z lasów liściastych (*Acer platanoides, Corylus avellana, Stellaria holostea, Tilia cordata, Viburnum opulus*), prócz tego zaś takie jak *Athyrium filix-femina, Picea excelsa, Polytrichum commune, Rubus saxatilis* i *Solidago virga-aurea*.

Niezależnie od tego różnice między *Pineto-Quercetum*, a omawianą formą boru mieszanego są bardzo poważne. To ostatnie zbiorowisko różni się przede wszystkim brakiem bardzo wielu gatunków mezofilnych i mezotroficznych wchodzących w skład boru sosnowo-dębowego. Zwraca uwagę zupełny brak tak charakterystycznej dla *Pineto-Quercetum* domieszki elementów rzędu *Quercetalia pubescentis*. Udział elementów kla-

sy *Querceto-Fagetea* (s. l.) jest wyraźnie mniejszy. Spośród gatunków towarzyszących nie występują tu m. in. *Ajuga reptans, Betonica officinalis, Convallaria maialis, Festuca ovina, Fragaria vesca, Hieracium murorum* i *Veronica chamaedrys*. Natomiast pojawia się szereg gatunków wyraźnie hygrofilnych np. *Equisetum silvaticum, Sphagnum Girgensohnii, Sphagnum palustre* i in., a niektóre z nich, jak *Lycopodium annotinum, Plagiochila asplenioides* i *Pleuroschizma trilobatum* osiągają wysoki stopień stałości a przy tym wykazują regionalnie wyraźne przywiązanie do omawianego zbiorowiska.

Wspomniane różnice florystyczne są dostatecznie głębokie aby omawiany typ lasu wydzielić jako osobny zespół. Biorąc pod uwagę, że zespół ten znany jest dotychczas tylko z małego obszaru i reprezentowany zaledwie jedną tabelą (19 zdjęć) należy zastrzec się, że jego ujęcie i charakterystyka mogą być uważane tylko za prowizoryczne.

Jako nazwę odpowiednią dla tego typu boru mieszanego wilgotnego proponujemy *Querceto-Piceetum*. Nazwa ta podkreśla typową kombinację gatunków drzewiastych decydującą o swoistym wyglądzie odnośnych fitocenoz.

Charakterystyczna kombinacja gatunków zespołu *Querceto-Piceetum* przedstawia się prowizorycznie następująco:

Zespół: *Querceto-Piceetum* M a t. 1955
(syn.: *Querceto-Betuletum lycopodietosum* M a t. 1952)

Gatunki charakterystyczne zespołu (lokalnie)

V *Lycopodium annotinum* (*)	IV *Pleuroschizma trilobatum*
IV *Plagiochila asplenioides*	II *Sphagnum Girgensohnii*

Gatunki charakterystyczne związku *Vaccinio-Piceion* (*) i rzędu *Vaccinio-Piceetalia*

V *Picea excelsa (*)*	II *Pirola secunda*
V *Trientalis europaea (*)*	I *Dicranum undulatum* (*)
V *Vaccinium myrtillus*	I *Pirola minor*
III *Vaccinium vitis-idaea*	I *Ptilium crista-castrensis*

Gatunki charakterystyczne klasy *Vaccinio-Piceetea*

V *Betula pubescens*	IV *Betula verrucosa*
V *Calamagrostis arundinacea*	IV *Dicranum scoparium*
V *Entodon Schreberi*	III *Pteridium aquilinum*
V *Hylocomium proliferum*	III *Solidago virga-aurea*
V *Polytrichum attenuatum*	
V *Populus tremula*	
V *Sorbus aucuparia*	

Gatunki charakterystyczne klasy *Querceto-Fagetea* (s. l.)

V *Carpinus betulus*	III *Equisetum silvaticum*
IV *Acer platanoides*	III *Tilia cordata*
IV *Corylus avellana*	II *Anemone nemorosa*
	II *Stellaria holostea*

Gatunki towarzyszące o wyższym stopniu stałości

V *Dryopteris spinulosa*	IV *Lysimachia vulgaris*
V *Luzula pilosa*	III *Molinia coerulea*
V *Majanthemum bifolium*	III *Rhytidiadelphus triquetrus*
V *Oxalis acetosella*	III *Rubus idaeus*
V *Polytrichum commune*	III *Rubus saxatilis*
V *Quercus robur*	

Florystyczna samodzielność zespołu *Querceto-Piceetum* wynika ze swoistej ekologii tego zbiorowiska. W obszarze Puszczy Białowieskiej porasta ono zawsze gleby wilgotne pozostające pod wpływem wód gruntowych wykazujących skłonność do stagnacji. Charakterystyczną cechą siedlisk *Querceto-Piceetum* są znaczne wahania poziomu wód gruntowych w przekroju rocznym. Wydaje się, że ten właśnie czynnik jest najważniejszy dla utrzymania w typie zarówno struktury jak i składu florystycznego omawianego zespołu. Natomiast skład mechaniczny podłoża zdaje się odgrywać rolę drugorzędną: w odpowiednich warunkach spotyka się fitocenozy *Querceto-Piceetum* zarówno na głębokich piaskach jak i na podglebiu gliniastym.

Querceto-Piceetum znamy dotychczas tylko z Białowieskiego Parku Narodowego. Zespół ten jest zapewne rozpowszechniony znacznie szerzej, zwłaszcza w obszarze północnego zasięgu świerka, tj. w Mazursko-Podlaskiej krainie przyrodniczo-leśnej.

Na podstawie statystyczno-florystycznej analizy borów mieszanych dochodzimy do wniosku, że na obszarze Polski odnośne zbiorowiska grupują się w trzy zespoły, których systematyka przedstawia się następująco:

Klasa: *Querceto-Ulicetea* Br.-Bl. 1947 (?)
Rząd: *Quercetalia roboris-sessiliflorae* Tüxen 1931
Związek: *Quercion roboris-sessiliflorae* (Malc. 1929) Br.-Bl. 1932
Zespół: *PERICLYMENO-QUERCETUM* Hartm. 1934 (Preis., Knapp. 1942).

Klasa: *Vaccinio-Piceetea*, Br.-Bl. 1939
Rząd: *Vaccinio-Piceetalia* Br.-Bl. 1939
Związek: *Vaccinio-Piceion* Br.-Bl. (1938 n. n.) 1939
Zespół: *PINETO-QUERCETUM* Kozłowska 1925
Zespół: *QUERCETO-PICEETUM* Mat. 1955

Tabela 2.

Gatunki charakterystyczne i wyróżniające zespołów boru mieszanego w Polsce
Charakter - und Differenzialarten von 3 polnischen Assoziationen der azidophilen Eichenmischwälder

Zespół (Assoziation)	*Periclymeno-Quercetum*	*Pineto-Quercetum*	*Querceto-Piceetum*
	Przeciętna stałość gatunków w poszczególnych zespołach — Mittlere Konstanz der Arten in der betreffenden Assoziation (%%)		
Deschampsia flexuosa	96%	5%	
Lathyrus montanus	72%	4%	
Carex pilulifera	68%	15%	
Holcus mollis	56%	11%	
Hypnum cupressiforme	20%	5%	
Polypodium vulgare	20%	1%	
Hieracium laevigatum	16%		
Lonicera periclymenum	12%		
Mnium hornum	12%		
Scorzonera humilis		31%	
Hieracium Lachenalii		25%	
Pirola rotundifolia	5%	15%	
Ajuga reptans		54%	
Galium vernum		46%	
Mycelis muralis	4%	46%	
Polygonatum odoratum		44%	
Evonymus verrucosa		41%	
Campanula persicifolia	12%	33%	
Daphne mezereum		33%	
Galium Schultesii		33%	
Betonica officinalis		32%	
Hepatica nobilis		32%	
Catharinaea undulata	8%	31%	
Lathyrus niger		28%	
Lathyrus vernus		28%	
Serratula tinctoria		28%	
Calamintha vulgaris		25%	
Melittis melissophyllum		24%	
Potentilla alba		24%	
Lilium martagon		22%	
Peucedanum oreoselinum		22%	
Dryopteris filix-mas		21%	
Pimpinella saxifraga	4%	20%	
Pirus communis	4%	20%	
Carex montana		19%	
Pirola uniflora		12%	

Ciąg dalszy tabeli 2

Zespół (Assoziation)	*Periclymeno-Quercetum*	*Pineto-Quercetum*	*Querceto-Piceetum*
Przeciętna stałość gatunków w poszczególnych zespołach — Mittlere Konstanz der Arten in der betreffenden Assoziation (%%).			
Lycopodium annotinum	10%	11%	100%
Pleuroschizma trilobatum		1%	79%
Plagiochila asplenioides	4%	1%	63%
Sphagnum Girgensohnii			26%
Polytrichum commune		31%	90%
Equisetum silvaticum		2%	53%
Anthoxanthum odoratum	60%	32%	
Calluna vulgaris	28%	32%	
Convallaria maialis	52%	71%	
Festuca ovina	72%	58%	
Fragaria vesca	48%	74%	
Hieracium murorum	52%	56%	
Juniperus communis	52%	56%	
Melampyrum pratense	64%	58%	
Polytrichum juniperinum	28%	22%	
Veronica chamaedrys	48%	57%	
Veronica officinalis	80%	65%	
Viola Riviniana	44%	34%	
Acer platanoides		18%	63%
Athyrium filix-femina	4%	27%	21%
Corylus avellana		69%	79%
Picea excelsa	12%	53%	100%
Rubus saxatilis	8%	58%	42%
Solidago virga-aurea	8%	54%	47%
Stellaria holostea		21%	37%
Tilia cordata		30%	47%
Ilość zdjęć (Anzahl der Aufnahmen)	71	222	19

Różnice florystyczne wymienionych zespołów w obecnym stanie ich zbadania przedstawia załączona tabela.

W ten sposób rozwiązalibyśmy, jak się nam zdaje właściwie, problem stanowiska systematycznego polskich borów mieszanych. Zrywając z tradycją podciągania tych zbiorowisk do związku *Quercion roboris* dajemy wyraz bliskiemu pokrewieństwu borów mieszanych z borami typowymi, bez konieczności włączania acidifilnych dąbrów zachodnio-europejskich do rzędu *Vaccinio-Piceetalia*, co — być może — nie odpowiada

istotnym cechom strukturalno-florystycznym tych zbiorowisk. Równocześnie zakreślamy wschodni kres areału związku *Quercion roboris* przebiegający przez terytorium Pomorza zachodniego i Ziemi Lubuskiej. Tylko tam, w zachodnim skrawku Polski, występują zbiorowiska subatlantyckiego związku *Quercion roboris* reprezentowane przez jego najbardziej na wschód wysunięty zespół — *Periclymeno-Quercetum*. Ogromna większość naszego kraju leży w zasięgu zespołu *Pineto-Quercetum* odpowiadającego warunkom typowego dla Polski klimatu kontynentalnego.

4. CHARAKTERYSTYKA I ZMIENNOŚĆ ZESPOŁU *PINETO-QUERCETUM*

Z trzech zespołów boru mieszanego występujących w Polsce dwa, tj. *Periclymeno-Quercetum* i *Querceto-Piceetum* mają znaczenie podrzędne. Pierwszy jest reliktowym zbiorowiskiem subatlantyckiego związku *Quercion roboris* występującym jak się zdaje jedynie w najbardziej zachodniej części naszego kraju. Drugi ma charakter zbiorowiska trwałego uwarunkowanego lokalnymi stosunkami edaficzno-hydrologicznymi. Jakkolwiek wobec szczupłości materiału ustalenie obszaru rozmieszczenia i granic zasięgów obu zespołów jest dopiero kwestią przyszłych badań, to jednak już teraz można przewidzieć, że w porównaniu z *Pineto-Quercetum* grają one drugorzędną rolę w naszej szacie leśnej. Głównym więc zbiorowiskiem reprezentującym bory mieszane w Polsce jest asocjacja *Pineto-Quercetum*.

Zespół ten — szeroko rozpowszechniony i bardzo u nas pospolity — niejednokrotnie był opisywany pod różnymi nazwami przez różnych autorów. Konieczną rzeczą jest zatem ustalenie jego synonimiki. Z drugiej strony wobec definitywnego wyodrębnienia tego zbiorowiska od zespołów związku *Quercion roboris*, należy sprecyzować jego charakterystyczną kombinację gatunków. Ponieważ materiał, którym rozporządzamy, jest mimo wszystko wcale obfity, wynosi bowiem 222 zdjęcia fitosocjologiczne, możemy podjąć próbę tego rodzaju.

Zespół: *Pineto-Quercetum* Kozłowska 1925

Synonimy: *Pineto-Quercetum* Dziubałtowski (1928), Paczoski (1930), Dziubałtowski i Kobendza (1934); *Pineto-Quercetum typicum*, *Pineto-Quercetum carpinoso-piceetosum* Niedziałkowski (1929); *Pineto-Quercetum myrtillosum* Matuszkiewicz (1947);

Quercetum medioeuropaeum Medwecka-Kornaś (1952, 1953);

Querceto-Betuletum serratuletosum Matuszkiewicz (1952), A. Matuszkiewicz (1953), A. i W. Matuszkiewiczowie (1954 b);

Querceto-Betuletum wariant z *Dicranum*, *Querceto-Betuletum* wariant z *Festuca* A. i W. Matuszkiewiczowie (1954 a); *Querceto-Betuletum* Krankowska-Sznajder (1952);

Periclymeno-Quercetum Piotrowska (1950); *Pineto-Piceetum* Klika (1930) p. p.

„las bukowy z sosną, grabem lub dębem i roślinnością sosnową z piętrach niższych", „las bukowo-sosnowy z roślinnością sosnową w piętrach niższych" Nowiński (1929);

Piceetum mixtum (las świerkowy mieszany) p. p., *Piceetum pinoso-quercetosum* (las świerkowo-sosnowo-dębowy), *Piceeto-Quercetum corylosum* (las świerkowo-dębowy z leszczyną) p. p., *Pineto-carpineto-quercetum* (bór sosnowo-grabowo-dębowy), *Pinetum subcarpinosum* (bór podszyty grabem), *Pineto-carpinetum* (bór sosnowo-grabowy) Paczoski (1930);

Carpineto-Pineto-Quercetum myrtillosum p. p., *Carpineto-Quercetum corylosum* p. p. Matuszkiewicz (1947);

„bór mieszany" *(Pineto-Piceeto-Quercetum)* Karpiński (1949) p. p.

Gatunki charakterystyczne zespołu:

65% *Veronica officinalis* (lok.)	25% *Hieracium Lachenalii*
31% *Scorzonera humilis*	15% *Pirola rotundifolia*

Gatunki charakterystyczne związku *Vaccinio-Piceion* (*) i rzędu *Vaccinio-Piceetalia:*

100% *Vaccinium myrtillus*	53% *Picea excelsa* (*)
80% *Trientalis europaea* (*)	39% *Dicranum undulatum* (*)
64% *Vaccinium vitis- idaea*	19% *Pirola minor*
58% *Melampyrum pratense*	15% *Monotropa hypopitys*
56% *Hieracium murorum*	12% *Pirola uniflora* (*)
56% *Pirola secunda*	11% *Lycopodium annotinum* (*)

a poza tym (K < 10%): *Chimaphila umbellata, Dryopteris austriaca, Galium rotundifolium, Goodyera repens, Pirola chlorantha, Pirola media, Pleuroschizma trilobatum, Ptilium crista-castrensis.*

Gatunki charakterystyczne klasy *Vaccinio-Piceetea:*

87% *Sorbus aucuparia*	26% *Sieglingia decumbens*
81% *Entodon Schreberi*	22% *Polytrichum juniperinum*
75% *Pteridium aquilinum*	18% *Dicranum scoparium*
67% *Calamagrostis arundinacea*	15% *Carex pilulifera*
56% *Betula verrucosa*	14% *Betula pubescens*
56% *Juniperus communis*	12% *Hieracium sabaudum*
54% *Hylocomium proliferum*	11% *Genista germanica*
54% *Solidago virga-aurea*	11% *Holcus mollis*
51% *Populus tremula*	11% *Leucobryum glaucum*
47% *Polytrichum attenuatum*	11% *Scleropodium purum*
26% *Hieracium umbellatum*	

a poza tym (K < 10%): *Deschampsia flexuosa, Lathyrus montanus, Lycopodium clavatum, Pohlia nutans.*

Gatunki charakterystyczne rzędu *Fagetalia:*

69% *Carpinus betulus*
46% *Carex digitata*
46% *Galium vernum*
46% *Mycelis muralis*
38% *Fagus silvatica*
33% *Daphne mezereum*
33% *Galium Schultesii*
31% *Catharinaea undulata*
30% *Tilia cordata*
28% *Lathyrus vernus*
27% *Melampyrum nemorosum*
22% *Lilium martagon*
21% *Dryopteris filix-mas*
21% *Sanicula europaea*
21% *Stellaria holostea*

Gatunki charakterystyczne rzędu *Quercetalia pubescentis:*

44% *Polygonatum odoratum*
33% *Campanula persicifolia*
28% *Lathyrus niger*
25% *Calamintha vulgaris*
24% *Melittis melissophyllum*
24% *Potentilla alba*

Gatunki charakterystyczne klasy *Querceto-Fagetea:*

69% *Corylus avellana*
51% *Viola silvestris*
49% *Anemone nemorosa*
32% *Hepatica nobilis*
27% *Viburnum opulus*
26% *Crataegus* sp.

Gatunki towarzyszące:

93% *Pinus silvestris*
90% *Luzula pilosa*
86% *Majanthemum bifolium*
78% *Quercus robur*
74% *Fragaria vesca*
71% *Convallaria maialis*
71% *Frangula alnus*
65% *Melica nutans*
61% *Oxalis acetosella*
58% *Festuca ovina*
58% *Rubus saxatilis*
57% *Veronica chamaedrys*
56% *Quercus sessilis*
54% *Ajuga reptans*
48% *Potentilla erecta*
42% *Dryopteris spinulosa*
41% *Evonymus verrucosa*
34% *Rubus idaeus*
34% *Viola Riviniana*
33% *Genista tinctoria*
32% *Anthoxanthum odoratum*
32% *Betonica officinalis*
32% *Calluna vulgaris*
31% *Polytrichum commune*
28% *Hypericum perforatum*
28% *Serratula tinctoria*
27% *Athyrium filix-femina*
26% *Agrostis vulgaris*
25% *Rhytidiadelphus triquetrus*
24% *Hypericum maculatum*
24% *Salix caprea*
22% *Abies alba*
22% *Galium boreale*
22% *Peucedanum oreoselinum*
21% *Geranium silvaticum*
20% *Galium mollugo*
20% *Malus silvestris*
20% *Pimpinella saxifraga*
20% *Pirus communis*

Tabela 3.

Zróżnicowanie florystyczne zespołu *Pineto - Quercetum*
(Floristische Differenzierung des *Pineto - Quercetums*)

Pineto-Quercetum	*berberidetosum*					*luzuletosum*		*fagetosum*					*serratuletosum*				
Nr tabeli—Nr der Tabelle	22	21	23	16	9	13	19	25	15	24	32	31	17	18	30	14	20
Cytisus nigricans	I	III	I	I							III	III					
Berberis vulgaris	III		IV	I	I	I											
Campanula rotundifolia		III		I	II												
Festuca rubra	I	III	IV	I		I			I								
Luzula nemorosa						V	V										
Hieracium sabaudum						V					IV	I					
Fagus silvatica		V			I	III		V	V	IV	V	IV					
Abies alba		III					II	II	I	II	III	V	I				
Acer pseudoplatanus					II	I		I	I	I							
Aquilegia vulgaris													IV	II	II	II	IV
Geranium silvaticum				I									II	II	V	III	V
Serratula tinctoria				III								I	IV	III	III	V	V
Lathyrus vernus				I			II				I	II	III	II	IV	IV	V
Lathyrus niger							V				III	IV	III	I	I	III	IV
Melittis melissophyllum			I	I		I						I	II	IV		V	V
Lonicera xylosteum													II	IV	V		
Viola Riviniana		I		II	I	I							V	V	V	V	IV
Holcus mollis									I					III	IV		I
Hieracium umbellatum			I	I			II	I			I		II		V	IV	V
Lilium martagon			I	II				I			I	I	II	I	II	V	III
Phyteuma spicatum				I								I	III	II	I	I	
Ranunculus polyanthemos				I									II	II		I	V
Aegopodium podagraria								I				II		II	II	I	I
Pirola minor						I		I		I		IV	II	III		II	II
Daphne mezereum					I	I	IV	II			II	IV	II	I	I	V	V
Polytrichum commune						I		II		III	II	V	V	V	III		
Dicranum undulatum	V	IV	III					I	II	I	III	V	II	IV	II	II	
Dicranum scoparium	I	II		I					I			II	I	I	II	III	I
Polytrichum juniperinum	I	II	II					II				IV	III	II	I	I	I
Potentilla alba			III	III	I					I			IV	V			III
Calamintha vulgaris			III	II	II			I					IV	IV		I	IV
Rubus saxatilis	III	I	V	V	IV			I	I		II	III	IV	V	V	V	V
Betonica officinalis		I	II	II	IV				I			I	III	I	III	IV	V
Peucedanum oreoselinum	I	III	II	II	II			II		I					I	II	III
Scorzonera humilis		II	II	II				II	I	I	II	III	II	I	II	II	IV
Trientalis europaea	IV	V	V	IV		V	V	III	II	II	IV	IV	V	V	V	V	V
Vaccinium vitis-idaea	V	IV	V	III	V	I		II	II	I		III	V	V	V	IV	IV
Solidago virga-aurea	III	III	III	II	II	III		II		II		IV	IV	III	V	V	IV
Convallaria maialis	IV	IV	V	V	III	I	IV	II	II	I	IV	IV	V	III	III	V	V
Quercus sessilis	V	V	V	III	V	V			I		V	III	V	V			I
Hylocomium proliferum	IV	V	IV	II	III	I			III		II	III	III	V	V	V	I
Entodon Schreberi	V	V	V	IV	V	III		III	III	IV	IV	V	V	V	V	V	III
Veronica chamaedrys		III	IV	IV	II	II		II	IV	III		II	IV	V	V	IV	V
Viola silvestris	II	IV	V	III		IV	V	III	IV	III		V				II	III
Picea excelsa		V		I		III		III	III	III		III	IV	V	V	V	V

Zespół *Pineto-Quercetum* jest zbiorowiskiem bardzo zmiennym, przy czym zmienność ta ma w znacznym stopniu charakter regionalny: w różnych dzielnicach kraju, w odmiennych warunkach klimatycznych omawiany zespół wykształca się niejednakowo.

Na zróżnicowanie florystyczne *Pineto-Quercetum* wskazuje już dendryt podobieństwa (p. wyżej). Centralne położenie zajmuje tabela z Puław (23) reprezentując, jak się zdaje, najbardziej typową postać zespołu. Nawiązują do niej blisko tabele 16, 21 i 22 tworząc razem trzon zbiorowiska. Od tej centralnej grupy rozchodzą się poszczególne tabele w trzech kierunkach: pierwsze odgałęzienie tworzą tabele 13 i 19, drugie — tabele 15, 24, 25 i 31, trzecie — tabele 14, 17, 18, 20 i 30.

Analizując skład florystyczny poszczególnych tabel dochodzimy do wniosku, że istotnie w ramach zespołu *Pineto-Quercetum* można wydzielić cztery ugrupowania dość dobrze florystycznie określone i odpowiadające prawdopodobnie podzespołom. Uważamy za celowe wyróżnić prowizorycznie te jednostki i w ten sposób zwrócić uwagę na zmienność zespołu *Pineto-Quercetum*. Mamy nadzieję, że dalsze planowe badania nad zespołami leśnymi dostarczą materiału umożliwiającego dokładne określenie skali zmienności tegoż zespołu oraz przeprowadzenie ostatecznej klasyfikacji jego form.

Różnice florystyczne czterech wyodrębnionych jednostek, którym prowizorycznie przyznajemy rangę podzespołów, przedstawia załączone zestawienie (tablica 3). Wobec niedostatecznego jeszcze stanu zbadania naszych borów mieszanych odnośne gatunki wyróżniające uważamy za tymczasowe.

1. *PINETO-QUERCETUM BERBERIDETOSUM* reprezentuje zdaje się normalną typową postać zespołu. W drzewostanie panują sosna i dąb (w różnym stosunku), przy czym dąb bezszypułkowy wyraźnie przeważa nad szypułkowym i właśnie w tym podzespole ma prawdopodobnie centrum swego występowania u nas. Omawiane zbiorowisko stanowi postać boru mieszanego szczególnie charakterystyczną dla obszaru bezbukowego położonego w pasie dyzjunkcji świerka, stąd też oba te gatunki grają zasadniczo minimalną rolę w budowie tego zbiorowiska. Jedynie na Roztoczu zarówno świerk jak buk należą do stałych składników *Pineto-Quercetum berberidetosum*. Należy jednak zwrócić uwagę, że w przypadku świerka chodzi tu co prawda o stałą, lecz ilościowo nieznaczną domieszkę nb. zwykle tylko w niższych warstwach fitocenozy. Co się tyczy buka, to według naszych obserwacji poczynionych na Roztoczu zespół *Pineto-Quercetum* występuje tam w dwu postaciach: jednej sosnowo-bukowej i drugiej sosnowo-dębowej z pojedynczymi bukami w niższych warstwach. Prawdopodobnie tylko ta ostatnia należy do omawianego pod-

zespołu, podczas gdy pierwsza reprezentuje inną jednostkę, o której mówić będziemy w dalszym toku pracy.

Poza terenem Roztocza zarówno buk jak świerk występują w fitocenozach *Pineto-Quercetum berberidetosum* zupełnie sporadycznie, przy czym nasuwa się przypuszczenie, że chodzi tu często o osobniki sztucznie wprowadzone. Dotyczy to w szczególności świerka na Wyżynie Lubelskiej (tabela 16) oraz buka w Wielkopolskim Parku Narodowym (tabela 9).

Jako gatunki wyróżniające *Pineto-Quercetum berberidetosum* wymieniamy (prowizorycznie) *Berberis vulgaris, Campanula rotundifolia, Cytisus nigricans* i *Festuca rubra.* Są to wszystko gatunki heliofilne dobrze charakteryzujące tę najbardziej słoneczną postać omawianego zespołu. Niektóre z nich, jak *Berberis vulgaris* i *Cytisus nigricans* odznaczają się znacznym stopniem ciepłolubności i należą u nas do elementów raczej południowych.

Pineto-Quercetum berberidetosum wyróżnia się wśród innych podzespołów brakiem *Daphne mezereum, Pirola minor* oraz *Polytrichum commune.*

Omawiane zbiorowisko występuje najczęściej na glebach piaszczystych lub piaszczysto-gliniastych świeżych o nisko leżącym poziomie wodnym. Porasta często tereny dyluwialne o urozmaiconym składzie petrograficznym gleby. Zakwaszenie górnych horyzontów jest dość znaczne dzięki zalegającej z reguły warstwie butwiny, natomiast już na głębokości około 100 cm odczyn gleby jest słabo kwaśny.

w poziomie A_1 pH = (4,3) — 4,8 — (5,3)
w poziomie C pH = 5,0 — 6,0

Gleby należą zasadniczo do typu słabobielicowych względnie skrytobielicowych.

Pineto-Quercetum berberidetosum znamy dotychczas z środkowej części niżu; wyznaczenie zasięgu tego podzespołu wymaga dalszych badań.

2. *PINETO-QUERCETUM LUZULETOSUM* stanowi dość wybitną odmianę naszego boru mieszanego. Gatunków wyróżniających ma niewiele, lecz zato o znacznym stopniu wierności. Z nich *Hieracium sabaudum* spotyka się, choć rzadziej, w innych podzespołach, natomiast *Luzula nemorosa* występuje jedynie w omawianym zbiorowisku wykazując przy tym najwyższy stopień stałości.

Oba gatunki wyróżniające wskazują na pokrewieństwo tej postaci boru mieszanego z zespołami związku *Quercion roboris* Europy zachodniej, a w szczególności z braunowskim *Quercetum medioeuropaeum.* Świadczy o tym również pojawianie się w składzie *Pineto-Quercetum luzuletosum* niektórych gatunków raczej zachodnich, jak *Deschampsia flexuosa*

i *Leucobryum glaucum*, pospolicie występujących w acidifilnych dąbrowach zachodnio-europejskich.

Także cechy negatywne zbliżają omawiane zbiorowisko do zespołów związku *Quercion roboris*. W porównaniu z innymi podzespołami odznacza się *Pineto-Quercetum luzuletosum* wyraźnym zubożeniem w gatunki borowe. Brak tu zupełnie *Dicranum undulatum*, *Dicranum scoparium* i *Polytrichum juniperinum*, a *Vaccinium vitis-idaea* i *Hylocomium proliferum* występują rzadko. Według dotychczasowych danych brak również w omawianym zbiorowisku *Calamintha vulgaris*, *Potentilla alba*, *Betonica officinalis*, *Peucedanum oreoselinum*, *Rubus saxatilis* i *Scorzonera humilis*; są to wszystko gatunki z grupy wyróżniających zespół *Pineto-Quercetum* w stosunku do analogicznych zbiorowisk zachodnio-europejskich. Stwierdzić zatem należy, że *Pineto-Quercetum luzuletosum* jest formą stosunkowo najbardziej odchyloną od typu swego zespołu i nawiązującą do zbiorowisk rzędu *Quercetalia roboris*, a w szczególności do *Quercetum medioeuropaeum* i *Querceto-Luzuletum*.

Pomimo pośredniego charakteru należy omawiane zbiorowisko niewątpliwie do zakresu form *Pineto-Quercetum*, jak o tym świadczy jego ogólny charakter florystyczny wyrażony m. in. rozkładem wartości współczynników podobieństwa.

W składzie drzewostanu *Pineto-Quercetum luzuletosum* przeważa zdecydowanie dąb (szypułkowy i bezszypułkowy); sosna występuje nielicznie ze stałością wyraźnie niższą niż w pozostałych podzespołach. Wyrażano przy tym pogląd, że sosna stanowi tu składnik wprowadzony sztucznie w związku z gospodarką leśną. Jeśli nawet uważalibyśmy pogląd ten za zbyt krańcowy, stwierdzić jednak należy, że rola sosny w budowie drzewostanu jest w omawianym zbiorowisku stosunkowo niewielka.

Florystyczna odrębność i swoisty charakter *Pineto-Quercetum luzuletosum* pozostają w związku z odmiennymi warunkami glebowymi odnośnych fitocenoz. W przeciwieństwie do większości naszych borów mieszanych omawiane zbiorowisko nie występuje na glebach piaszczystych, lecz przywiązane jest, jak się zdaje, do lessów. Porasta ono gleby skrytobielicowe powstałe przez degradację lessowych utworów o charakterze gleb brunatnych. Czynnikiem pogłębiającym proces degradacji jest wydatne zakwaszenie górnych horyzontów wskutek gromadzenia się warstewki butwiny. Według badań M e d w e c k i e j - K o r n a ś (1952) kwasowość gleb w omawianym zbiorowisku waha się w poziomie A_1 od pH 3,5 do pH 4,9 nie jest więc niższa w porównaniu z innymi podzespołami *Pineto-Quercetum*. Tym bardziej zwraca uwagę mniejszy udział wyraźnie acidifilnych i oligotroficznych elementów borowych.

Pineto-Quercetum luzuletosum znamy dotychczas z Ziemi Miechowskiej i z Jury Krakowskiej. Być może występuje ono i gdzie indziej

w strefie lessów południowej Polski. Szczególnie należałoby zwrócić na nie uwagę na obszarze Śląska.

3. *PINETO-QUERCETUM FAGETOSUM* jest formą boru mieszanego dającą się znacznie lepiej wyodrębnić fizjonomicznie niż florystycznie. Drzewostan składa się tu z sosny i buka, zwykle z przewagą tego ostatniego. Nadaje to zbiorowisku swoisty wygląd oraz wpływa na zmianę warunków świetlnych wewnątrz lasu. Dąb szypułkowy występuje często, lecz w niewielkiej ilości, natomiast dąb bezszypułkowy jest znacznie rzadszy. We wszystkich tabelach stwierdzamy również obecność świerka, co prawda w trzeciej klasie stałości.

Omawiany podzespół wyróżniliśmy na podstawie kilku tabel nie zawsze odpowiadających wymogom współczesnej metodyki fitosocjologicznej i może to jest jedną z przyczyn powodujących słabą stosunkowo charakterystykę florystyczną zbiorowiska. Jako gatunki wyróżniające podajemy tymczasowo *Fagus silvatica, Abies alba* i *Acer pseudoplatanus*. Wszystkie one przechodzą także do innych podzespołów *Pineto-Quercetum,* tutaj jednak występują najliczniej i pojawiają się z większą stałością.

Prawdopodobnie w związku z większym zacienieniem pozostaje słabszy udział w omawianym zbiorowisku gatunków bardziej heliofilnych jak *Peucedanum oreoselinum, Betonica officinalis* a zwłaszcza elementy rzędu *Quercetalia pubescentis.* Z tych ostatnich jedynie *Polygonatum odoratum* należy do pospolitych składników.

Pineto-Quercetum fagetosum występuje oczywiście w zasięgu rozmieszczenia buka; znamy je dotychczas na podstawie tabel z Niziny Sandomierskiej, Gór Świętokrzyskich oraz (fragmentarycznie) z Pojezierza Pomorskiego (Szczecinek). Interesujący jest fakt, że zbiorowisko o wyraźnie podgórskim charakterze pojawia się daleko na północy na niżu. Mamy tu analogię do wykazanego przez Szafera (1930) zjawiska zagęszczenia ilości gatunków górskich w strefie moreny ostatniego zlodowacenia. Szafer uważa, że wyspowe stanowiska roślin górskich na morenie pomorskiej należy traktować jako utwory reliktowe. Możliwe, że taki sam charakter należałoby przypisać występującym na Pomorzu zubożałym postaciom *Pineto-Quercetum fagetosum.*

Z uwagi na położenie u granic zasięgu zespołu *Pineto-Quercetum* stwierdzamy w tabeli ze Szczecinka nawiązania florystyczne do sąsiedniego *Periclymeno-Quercetum,* przejawiające się między innymi w obecności takich gatunków, jak *Carex pilulifera, Deschampsia flexuosa, Holcus mollis* i *Lathyrus montanus.*

4. *PINETO-QUERCETUM SERRATULETOSUM* jest jedną z wybitniejszych form swego zespołu. Przejawia się to już w fizjonomii zbiorowiska dzięki dużej roli jaką w składzie drzewostanu odgrywa świerk. So-

sna, choć jest gatunkiem stałym, schodzi wyraźnie na plan dalszy. Z dwu dębów stale występuje *Quercus robur*, natomiast *Quercus sessilis* pojawia się tylko w południowej części zasięgu omawianego zbiorowiska.

Skład florystyczny *Pineto-Quercetum serratuletosum* wskazuje na większy niż w innych podzespołach udział elementów klasy *Querceto-Fagetea*. Dotyczy to w szczególności gatunków z rzędu *Quercetalia pubescentis*. Zbiorowiska tego rzędu osiągają prawdopodobnie w obszarze rozmieszczenia *Pineto-Quercetum serratuletosum* północno-wschodni kres swego zasięgu; nic więc dziwnego, że poszczególne gatunki przechodzą do mezotroficznych i suchszych borów mieszanych gdzie znajdują dość zbliżone warunki świetlne i edaficzne.

Omawiane zbiorowisko jest w ramach zespołu *Pineto-Quercetum* florystycznie dobrze wyodrębnione dzięki obecności szeregu gatunków wyróżniających o regionalnym znaczeniu. Oprócz elementów lasów liściastych, jak *Lathyrus vernus, Lilium martagon, Aegopodium podagraria* i *Phyteuma spicatum*, a zwłaszcza świetlistych dąbrów *(Lathyrus niger, Melittis melissophyllum* i *Ranunculus polyanthemos)* należy tu wymienić *Hieracium umbellatum, Holcus mollis,* a przede wszystkim *Aquilegia vulgaris, Geranium silvaticum, Serratula tinctoria* i *Viola Riviniana*. Te ostatnie gatunki mają szczególnie duże znaczenie dla podkreślenia regionalnej odrębności omawianego zbiorowiska. Nie są one jednak bynajmniej przywiązane wyłącznie do niego, wszystkie bowiem występują również (a nawet z większą stałością) w zespole świetlistej dąbrowy. Wskazuje to również na pewne pokrewieństwo florystyczne omawianej postaci *Pineto-Quercetum* z zespołem *Querceto-Potentilletum albae* reprezentującym rząd *Quercetalia pubescentis*.

Pod względem ekologicznym nie odbiega *Pineto-Quercetum serratuletosum* zasadniczo od typu tego zespołu. Odnośne fitocenozy porastają świeże gleby piaszczysto-gliniaste zwykle słabobielicowe o wyraźnie ombrofilnej gospodarce wodnej i dość niskim poziomie wód gruntowych. Dzięki obecności warstewki butwiny zakwaszenie górnych horyzontów gleby jest dość znaczne, maleje jednak stosunkowo szybko w głąb profilu. Odczyn gleby waha się zwykle w wąskich granicach:

w poziomie A_1 pH = (4,0) — 4,3 — (4,9)
w poziomie C pH = (5,4) — 5,8 — (6,8)

Pineto-Quercetum serratuletosum jest, jak się zdaje, regionalną formą świeżego boru mieszanego charakterystyczną dla północno-wschodniej części kraju. Najbardziej typowe tabele znamy z Puszczy Białowieskiej (14, 20) i Puszczy Augustowskiej (30). Nawiązują do nich zdecydowanie tabele N i e d z i a ł k o w s k i e g o (1929) z Rogowa koło Skierniewic w Okręgu Łódzkim. Dalej na południe stwierdzamy jeszcze tylko pewne

analogie florystyczne w tabelach z okolic Lublina (16) i północnej części Gór Świętokrzyskich (31, 32) reprezentujących podzespoły *berberidetosum* i *fagetosum*.

Nie wiadomo czy opisane powyżej cztery podzespoły wyczerpują skalę zmienności zespołu *Pineto-Quercetum*. Materiał którym rozporządzamy jest mimo wszystko niewystarczający do ostatecznego wyświetlenia tej kwestii.

Dalszych badań wymaga również sprawa geograficznego rozmieszczenia omawianego zbiorowiska. Dotyczy to nie tylko rozgraniczenia ewentualnych zasięgów poszczególnych podzespołów, ale także wyznaczenia obszaru występowania *Pineto-Quercetum* jako całości. Na razie wiemy, że przez teren Pomorza zachodniego i częściowo Ziemi Lubuskiej przebiegać musi północno-zachodnia granica jego zasięgu. Wobec braku danych z Dolnego Śląska nie wiadomo jaki jest przebieg tej linii w jej południowym odcinku.

Można w każdym razie stwierdzić, że oprócz najbardziej zachodnich kresów prawdopodobnie cały obszar państwa polskiego leży w zasięgu zespołu *Pineto-Quercetum*. W szczególności areał jego zdaje się sięgać dość daleko na wschód. Niewątpliwie tutaj należą przynajmniej niektóre postacie borów mieszanych opisanych z południowego Polesia przez Matuszkiewicza (1947) i Tymrakiewicza (1947). Również do *Pineto-Quercetum* należy zaliczyć zbiorowiska borów mieszanych sosnowo-dębowych i sosnowo-bukowych z południowego Roztocza (Janów), o których wspomina Braun-Blanquet (1939) w „Prodromus". Niektóre zdjęcia lasów sosnowo-dębowych Matuszkiewicza (1948) świadczą o tym, że fitocenozy *Pineto-Quercetum* występują także w okolicach Lwowa. Bliskie pokrewieństwo z omawianym zespołem wykazują wreszcie lasy sosnowo-bukowe z runem mszystym opisywane jako „*Fagetum muscosum*" z północnej Krawędzi Podola (Kulczyński i Motyka 1936) i z okolic Lwowa (Matuszkiewicz 1948). Być może, że opisane przez Kostyniuka i Wieczorka (1937) z okolic Morszyna antropogeniczne zbiorowisko „*Molinietum quercetosum*" jest również silnie zniekształconą postacią naszego zespołu.

Jak daleko sięga *Pineto-Quercetum* w kierunku północno-wschodnim — nie wiadomo. Regel (1930) wspomina, że na Litwie występuje „...przejściowy typ lasów dębowych z domieszką *Picea excelsa*" przy czym „...sosna znajduje się prawie zawsze w przymieszce". Trudno rozstrzygnąć czy chodzi tu o *Pineto-Quercetum serratuletosum* wobec braku dokładniejszych informacji florystycznych. Jak wynika z fragmentarycznych danych Kujali (1936) występują na Litwie bory mieszane sosnowo-świerkowe z dębem i podszytem leszczynowym, gdzie w runie prócz

dominujących gatunków borowych występują elementy klasy *Querceto-Fagetea*. Skład florystyczny tych borów zaliczonych przez Kujalę do typów „*Myrtillus-Majanthemum*“ i „*Oxalis-Lactuca*“ przypomina *Pineto-Quercetum*, zwraca jednak uwagę brak charakterystycznej domieszki elementów *Quercetalia pubescentis*. Nie jest wykluczone, że występujące na Białorusi „dębiny grabowo-orlicowe“ (Łosicki 1952) należą częściowo przynajmniej również do *Pineto-Quercetum*.

Co się tyczy południowej granicy zasięgu *Pineto-Quercetum*, to zespół ten prawdopodobnie nie przekracza bariery sudecko-karpackiej. W każdym razie acidifilne lasy dębowe Czechosłowacji reprezentowane przez zespół *Quercus sessilis* — *Genista tinctoria* (Klika 1933, 1948), a nawiązujące wyraźnie do *Pineto-Quercetum luzuletosum* wykazują jednak odmienną kombinację gatunków, co przejawia się m. in. w znikomym udziale elementów rzędu *Vaccinio-Piceetalia*.

Osobnym zagadnieniem jest wreszcie ustalenie dynamicznego charakteru zespołu *Pineto-Quercetum* na obszarze Polski. Braun-Blanquet (1932) opierając się na obserwacji odnośnych zbiorowisk na Wyżynie Miechowskiej (Jaksice) wyraził pogląd, że zespół ten jest zbiorowiskiem klimaksowym. Podobnie wypowiada się Medwecka-Kornaś (1952) odnośnie do boru mieszanego na lessach Jury Krakowskiej. W obu przypadkach chodzi o *Pineto-Quercetum luzuletosum*, które zatem można by uważać za trwałe zbiorowisko o być może klimaksowym charakterze w lessowym obszarze Wyżyny Małopolskiej. Również na Lubelszczyźnie (Zwierzyniec n. Wieprzem — Lublin — Puławy) *Pineto-Quercetum berberidetosum* w warunkach naturalnych nie wykazuje tendencji do przekształceń w kierunku bardziej acidifilnych zbiorowisk borowych, jednak silnie zdegradowane przechodzi w formy należące już do zakresu *Pineto-Vaccinietum myrtilli*. Natomiast występujące w Puszczy Białowieskiej *Pineto-Quercetum serratuletosum* zdaje się już w naturalnych warunkach wykazywać tendencje rozwojowe ku *Pineto-Vaccinietum myrtilli*. Wynikałoby z tego, że charakter dynamiczny *Pineto-Quercetum* jest niejednakowy w różnych częściach jego zasięgu: podczas gdy na południu stanowi ono, być może, klimaks — na północy byłoby tylko edaficznie uwarunkowanym zbiorowiskiem trwałym. Rozstrzygnięcie jednak tego problemu, jak zresztą wielu innych zagadnień związanych z ekologią, rozmieszczeniem i dynamiką omawianego zespołu, wymaga dalszych badań.

Zakład Ekologii Roślin
Uniwersytetu Warszawskiego

(Wpłynęło dn. 5.I.1955)

ZUSAMMENFASSUNG

Durch die vorliegende Arbeit werden die Ergebnisse eines statistisch-systematischen Vergleiches der polnischen azidophilen Eichen- und Eichenmischwälder zum Vorschein gebracht. Obgleich die betreffenden Gesellschaften fast die Hälfte des gesammten Waldareals in Polen einnehmen und so zu den sowohl in vegetationskundlicher wie auch forstwirtschaftlicher Hinsicht wichtigsten Waldtypen gehören — ist deren pflanzensoziologische Durchforschung noch recht bescheiden. Allerdings sind gerade diese Gesellschaften am stärksten durch die Forstwirtschaft umgewandelt worden so, dass sich die natürlichen Verhältnisse nur schwer nachbilden lassen.

Aus dem Gebiet von Polen waren bisher nur wenige Tabellen über solche Waldgesellschaften veröffentlicht worden. Einzelne Autoren führen für diese verschiedene Assoziationsnamen an. Abgesehen von älteren Angaben wurden in der letzten Zeit die polnischen azidophilen Mischwälder meist als *Quercetum medioeuropaeum* Br.-Bl. 1932 (vgl. Medwecka-Kornaś 1952) oder aber als *Querceto-Betuletum* Tüxen 1930 (vgl. Matuszkiewicz 1952) beschrieben. In allen Fällen wurden sie zu dem *Quercion roboris* — Verband gestellt, obschon alle besseren Charakterarten dieses Verbandes meist den betreffenden Gesellschaften fehlen, dieselben aber zugleich auffallende floristische Affinität mit den Nadelwäldern der *Vaccinio-Piceetalia*-Ordnung aufweisen. Durch diese Affinität wurden eben einzelne Verfasser veranlasst das Einreihen des *Quercion roboris* in die *Vaccinio-Piceetea*-Klasse vorzuschlagen und zwar entweder als selbständige Ordnung, oder aber sogar nur als einen Verband der Ordnung der *Vaccinio-Piceetalia*. Eine solche Umgruppierung ist jedoch auf Grund unseres Materials kaum zulässig, da die behandelten Gebiete sicher nur in einer Randzone des *Quercion roboris* — Areals liegen können.

Im Laufe der Vorarbeit zu einer synthetischen Uebersicht der polnischen Waldgesellschaften erwies sich die Notwendigkeit, auch der Frage nach der systematischen Stellung der einheimischen Eichenmischwälder näher zu kommen.

Wir haben alle verfügbaren pflanzensoziologischen Tabellen der polnischen azidophilen Eichen- und Eichenmischwälder zusammengestellt und in Bezug auf das floristische Gefüge statistisch verglichen. Dabei haben wir uns zweier verschiedener Methoden bedient, und zwar der vielfach benutzten graphischen Methode von Czekanowski und einer Methode der sogenannten „Breslauer Taxonomie" (vgl. Florek etc. 1952), indem wir ein „Dendrit" konstruiert haben.

Zum Vergleich haben wir einige Tabellen der westeuropäischen Gesellschaften mitberücksichtigt, welche die wichtigsten Assoziationen des *Quercion roboris* — Verbandes abbilden sollen. Es sind: 6 Tabellen von Tüxen (1937) aus NW Deutschland *(Querceto-Betuletum)*; 1 Tabelle von Braun-Blanquet (1932) und 1 Tabelle von Etter (1943) aus der Schweiz (*Quercetum medioeuropaeum*); 2 Tabellen von Passarge (1953) aus dem mitteldeutschen Trockengebiet („*Querceto-Luzuletum*" und „*Querceto-Betuletum*") und 3 Tabellen von Preissing

(1943) aus der Mark (*Periclymeno-Quercetum*); die letztgenannten beziehen sich teilweise schon direkt auf die Gebiete diesseits der Oder.

Es wurden insgesammt 33 Tabellen von 452 Aufnahmen statistisch verwertet; ein Verzeichnis derselben wird im polnischen Text (Seite 424—425) gegeben.

Auf Grund der statistisch-floristischen Betrachtung wurde Folgendes festgestellt:

1. *Querceto-Betuletum* von Tüxen und *Quercetum medioeuropaeum* von Braun-Blanquet stellen zweifelsohne zwei verschiedene Assoziationen dar.

2. Die von Passarge mitgeteilten Tabellen sind als Vertreter einer regionalen klimatisch bedingten Gesellschaft aufzufassen. Trotz Mangel an Charakterarten von grossterritorialer Bedeutung wollen wir diese als eine selbständige Assoziation betrachten, da *Luzula nemorosa*, *Lathyrus montanus* und einige spärlich vorhandenen *Quercion roboris*-Elemente recht gute lokale Charakterarten darstellen. Für die betreffende Assoziation schlagen wir den Passarge'schen Namen *Querceto-Luzuletum* vor.

3. Auch die von Libbert (1932) und Preissing (1943) aufgestellte Assoziation *Periclymeno-Quercetum* soll als eine regionale Gesellschaft betrachtet werden und ist weder mit dem *Querceto-Betuletum* noch mit dem *Quercetum medioeuropaeum* zu identifizieren. Die von Preissing u. a. angeführten Charakterarten haben lokale Geltung.

4. Die obgenannten Assoziationen gehören alle zu dem *Quercion roboris* — Verband, obwohl die Zahl der Charakterarten desselben nach dem Osten hin rasch abnimmt.

5. Die überwiegende Mehrheit der polnischen Tabellen weist eine so grosse Uebereinstimmung auf, dass sie sicher zur ein und derselben Assoziation gestellt werden müssen. Diese unterscheidet sich von den westeuropäischen *Quercion roboris* —, Gesellschaften durch tiefgreifende floristische Unterschiede sowohl in positiver wie auch negativer Richtung.

Als negatives Merkmal der betreffenden Gesellschaft gilt vor allem das sehr starke Zurücktreten der *Quercion roboris*-Elemente sowie mancher westlichen und subatlantischen Arten. Die besten Verbandscharakterarten, wie *Corydalis claviculata, Hieracium laevigatum, Hypericum pulchrum, Lonicera periclymenum, Mnium hornum, Teucrium scorodonia* fehlen der polnischen Assoziation überhaupt; andere, im Westen weitverbreitete Arten, wie z. B. *Deschampsia flexuosa, Hieracium sabaudum, Holcus mollis, Lathyrus montanus, Leucobryum glaucum, Polypodium vulgare* treten nur ganz sporadisch und dabei meistens nur im westlichen Teil des Gebietes auf.

Positiv unterscheidet sich die in Frage kommende Gesellschaft durch das Vorkommen mancher kontinentalen Arten und insbesondere durch die grosse Rolle, welche die *Vaccinio-Piceetalia*-Arten im Gesellschaftsgefüge spielen. Sehr bezeichnend ist weiter ein verhältnismässig hoher Anteil von *Quercetalia pubescentis*-, *Fagetalia*- und *Querceto-Fagetea* — Elementen, welche in den westeuropäischen azidophilen Eichenwäldern eine ganz untergeordnete Rolle spielen. Als besondere Differentialarten den westlichen *Quercion roboris* — Gesellschaften genenüber sind folgende Arten zu nennen:

Vaccinio-Piceetalia — Elemente

Dicranum undulatum
Lycopodium annotinum
Picea excelsa
Pirola minor
Pirola secunda
Pirola uniflora
Vaccinium vitis-idaea u. a.

Vaccinio-Piceetea — Element

Calamagrostis arundinacea

Quercetalia pubescentis — Elemente

Calamintha vulgaris
Campanula persicifolia
Lathyrus niger
Melittis melissophyllum
Polygonatum odoratum
Potentilla alba u. a.

Fagetalia- und *Querceto-Fagetea* — Elemente

Acer platanoides
Brachypodium silvaticum
Corylus avellana
Daphne mezereum
Dryopteris filix-mas
Galium Schultessi
Galium vernum
Hepatica nobilis
Lilium martagon
Milium effusum
Mycelis muralis
Sanicula europaea
Stellaria holostea
Tilia cordata u. a.

Begleiter

Ajuga reptans
Evonymus verrucosa
Galium boreale
Melica nutans
Peucedanum oreoselinum
Rubus saxatilis u. a.

Durch die geschilderten floristischen Unterschiede wird das Absondern der polnischen Gesellschaft als eigene Assoziotion gerechtfertigt. Dieselbe soll dem Prioritätsgesetze folgend die Benennung *Pineto-Quercetum* Kozłowska 1925 tragen. Als regionale Charakterarten dieser Assioziation mögen vorläufig *Hieracium Lachenalii* (ssp. ?), *Pirola rotundifolia, Scorzonera humilis* und *Veronica officinalis* (nur lokal) in Anschlag kommen; recht gute Differentialarten stellen *Evonymus verrucosa* und *Peucedanum oreoselinum* dar.

Die floristischen Unterschiede des *Pineto-Quercetums* den westlichen *Quercion roboris* — Gesellschaften gegenüber veranschaulicht beigefügte tabellarische Zusammenstellung.

6. Was die systematische Stellung des *Pineto-Quercetums* anbelangt so sei bemerkt, dass das Zuordnen desselben zum *Quercion roboris* — Verband kaum in Frage kommt. Denn erstens ist der Anteil seiner Charakterarten doch recht bescheiden. Alle besseren, soziologisch-ökologisch sprechenden Arten sind hier nicht zu finden. Das betrifft insbesondere die Arten, welche die Anpassung der *Quercion roboris* — Gesellschaften an das subatlantische Klima anzeigen. Von Charakterarten des *Quercion roboris* sind im *Pineto-Quercetum* nur *Betula verrucosa, Polytrichum attenuatum, Populus tremula, Pteridium aquilinum* und *Veronica officinalis* mit einer gewissen Stetigkeit vertreten. Ihre gesellschaftliche

Bindung an den genannten Verband ist aber sehr gering so, dass sie für ihn nur als ganz schwache Charakterarten gelten können. Anderseits wird das *Pineto-Quercetum* durch den mächtigen Anteil von Nadelwaldelementen aus der Ordnung *Vaccinio-Piceetalia* und der Klasse *Vaccinio-Piceetea* ausgezeichnet; diesbezügliche Charakterarten stellen zweifelsohne die wichtigste Gruppe im floristischen Gefüge des *Pineto-Quercetums* dar. Wenn man dazu noch den nicht unbedeutenden Zuschlag von *Querceto-Fagetea*-Arten (sensu lato) mitberücksichtigt, so wird man darüber klar, dass die charakteristische Artenkombination des *Pineto-Quercetums* eine ganz andere ist, als die der *Quercion roboris*-Gesellschaften. Es wäre deshalb, unseres Erachtens, völlig verfehlt die meisten polnischen azidophilen Eichenmischwälder, so z. B. das *Pineto-Quercetum* dem *Quercion roboris*-Verband anzuschliessen. Es scheint uns dagegen angezeigt, sie der *Vaccinio-Piceetalia* — Ordnung und zwar dem Unterverband *Abieto-Piceion* einzuordnen.

Die floristische Zusammensetzung der *Pineto-Quercetum*-Assoziation wird in Form einer synthetischen Tabelle auf Seite 443—444 angegeben.

7. Ausser dem *Pineto-Quercetum,* welches als wichtigste polnische Mischwaldassoziation anzusehen ist, gibt es in Polen noch zwei weitere Typen der azidophilen Eichenmischwälder, u. zw. das *Periclymeno-Quercetum* und das *Querceto-Piceetum,* die aber flächenmässig nur eine untergeordnete Rolle spielen.

8. Das *Periclymeno-Quercetum* — der östlichste Ausläufer des *Quercion roboris* — Verbandes — tritt in die polnischen Verwaltungsgrenzen nur unbedeutend ein. Es ist bisher aus der Insel Wolin, aus der Umgebung von Stettin und nach den Angaben von Preissing (1943) im allgemeinen aus dem westlichen Wartheland bekannt. Die Festsetzung der Ostgrenze seines Vorkommengebietes, welche mit der *Quercion roboris* — Ostgrenze zusammenfällt, bedarf noch weiterer Untersuchungen.

9. Das *Querceto-Piceetum* ist eine von uns neuausgeschiedene Assoziation. Sie wurde seinerzeit von Matuszkiewicz (1952) als *Querceto-Betuletum lycopodietosum* aus dem Nationalpark von Białowieża beschrieben. Obwohl diese Gesellschaft bis jetzt nur durch eine Tabelle (19 Aufnahmen) vertreten ist, zeigt sie doch eine so grosse floristische und ökologische Selbständigkeit, dass es uns unumgänglich erscheint, sie als eigene Assoziation des *Vaccinio-Piceion*-Verbands zu trennen. Als Charakterarten derselben betrachten wir *Lycopodium annotinum, Plagiochila asplenioides, Pleuroschizma trilobatum* und *Sphagnum Girgensohnii.* Genauere Auskunft über das floristische Gefüge des *Querceto-Piceetums* gibt die auf Seite 438—439 angeführte synthetische Tabelle.

Zur Klärung mancher Fragen bezüglich der strukturellen ökologischen und dynamischen Eigentümlichkeiten des *Querceto-Piceetums* sowie zur Feststellung seines Vorkommenbereichs sind weitere Forschungen erforderlich.

10. Das *Pineto-Quercetum,* welches nach den bisherigen Angaben in ganz Polen weitverbreitet ist, wird durch eine grosse. z. T. regionale Veränderlichkeit ausgezeichnet. Nach den floristischen, ökologischen. und physiognomischen Kriterien haben wir provisorisch vier Subassoziationen unterschieden. Es sind:

a. *PINETO-QUERCETUM BERBERIDETOSUM* mit Differentialarten *Berberis vulgaris, Campanula rotundifolia, Cytisus nigricans* und *Festuca rubra.* Typische Form der Gesellschaft. In der Baumschicht dominieren Kiefer und Eiche (meist Traubeneiche). Vorkommen: auf leicht podsolierten, schwach lehmigen Sand- und Staubsandböden im Gebiete der mittelpolnischen Tiefebene von Posen bis zur Ostgrenze weitverbreitet. Durch die Forstwirtschaft häufig in reine Kiefernforste umgewandelt.

b. *PINETO-QUERCETUM LUZULETOSUM* mit Differentialarten *Luzula nemorosa* und *Hieracium sabaudum.* Eine zum schweizerischen *Quercetum medioeuropaeum* sowie zur böhmischen *Quercus sessilis-Genista tinctoria* — Assoziation Klikas (1932) abweichende Form des *Pineto-Quercetums.* Die Nadelwaldelemente, im Vergleich mit den übrigen Subassoziationen, verhältnismässig spärlicher vertreten. In der Baumschicht dominiert meist Stieleiche. Vorkommen: auf stark degradierten, sauren Lössböden in Plateau-, Kuppen- und Terrassenlagen im Gebiet der kleinpolnischen Hochebene, nicht selten.

c. *PINETO-QUERCETUM FAGETOSUM* mit Differentialarten *Fagus silvatica, Abies alba* und *Acer pseudoplatanus.* Eine in floristischer Hinsicht schwächer charakterisierte, physiognomisch aber recht hervorragende Form. In der Baumschicht dominiert die Buche oder der Baumbestand wird von Kiefer und Buche gemeinsam gebildet. Vorkommen: auf leicht podsolierten, schwach lehmigen Sandböden in kaum geneigten Lagen im Verbreitungsbereich der Buche, meist häufig. Die Gesellschaft weist einen submontanen Charakter auf. Vorläufig bekannt aus der Sandomierer Ebene, aus dem polnischen Mittelgebirge (Hlg. Kreuz-Gebirge) und (fragmentarisch) aus der baltischen Moräne in Pommern.

d. *PINETO-QUERCETUM SERRATULETOSUM* mit vielen Differentialarten, von denen *Aquilegia vulgaris, Geranium silvaticum, Serratula tinctoria* und *Viola Riviniana* die besten sind. Im floristischen Gefüge spielen die *Querceto-Fagetea* — Elemente eine etwas noch grössere Rolle als es bei den übrigen Subassoziationen der Fall ist. Der Baumbestand wird von Kiefer, Eiche (meist Stieleiche) und Fichte gebildet. Die Gesellschaft scheint im nordöstlichen Teile des polnischen Flachlandes, d. h. im nördlichen Verbreitungsbereich der Fichte, heimisch zu sein. Sie bestockt leicht- bis mässig podsolierte und saure, sandige bis lehmig-sandige Böden mit guter Wasserführung. Durch die Forstwirtschaft wird die Gesellschaft oft zu fast reinen Fichtenforsten degradiert.

Die wichtigsten floristischen Unterschiede der angeführten Subassoziationen von *Pineto-Quercetum* gibt beigefügte Tabelle 3 wieder.

11. Die systematische Stellung der in Polen vorkommenden azidophilen (Eichen-) Mischwaldgesellschaften verhält sich vorläufig folgendermassen:

Klasse: *Querceto-Ulicetea* Br.-Bl. 1947?
Ordnung: *Quercetalia roboris-sessiliflorae* Tüxen 1931
Verband: *Quercion roboris-sessiliflorae* (Malc. 1929) Br.-Bl. 1932.
Assoziation: *PERICLYMENO-QUERCETUM* (Hartm. 1934) Preis., Knapp 1942

Klasse: *Vaccinio-Piceetea* Br.-Bl. 1939
Ordnung: *Vaccinio-Piceetalia* Br.-Bl. 1939
Verband: *Vaccinio-Piceion* Br.-Bl. (1938 n. n.) 1939

Assoziation: *Pineto-Quercetum* Kozłowska 1925
Subassoziationen: *Pi.-Qu. berberidetosum* Mat. 1955
Pi.-Qu. luzuletosum Mat. 1955
Pi.-Qu. fagetosum Mat. 1955
Pi.-Qu. serratuletosum Mat. (1952) 1955

Assoziation: *Querceto-Piceetum* Mat. 1955.

Einen Vergleich der aufgezählten Assoziationen in floristischer Hinsicht erleichtert die auf Seite 440—441 angeführte Tabelle 2.

LITERATURA

1. Braun-Blanquet J. 1932 — Zur Kenntnis nordschweizerischer Waldgesellschaften. „Beih. Bot. Centralbl." 49, Erg. Bd. i SIGMA Comm. 17. Dresden.
2. Braun-Blanquet J. 1951 — Pflanzensoziologie II. Aufl. Wien.
3. Braun-Blanquet J., Sissingh G., Vlieger J. 1939 — Klasse der *Vaccinio-Piceetea*. Prodromus d. Pflanzengesellschaften Fasc. 6.
4. Braun-Blanquet J., Emberger L., Molinier R. 1947 — Instructions pour l'établissement de la carte des groupements végétaux Montpellier.
5. Dziubałtowski S. 1928 — Etude phytosociologique du massif de S-te Croix. 1. Les forêts de la partie centrale de la chaîne principale et des montagnes „Stawiana" et „Miejska". „Acta Soc. Bot. Pol." t. V. Warszawa.
6. Dziubałtowski S., Kobendza R. 1934 — Badania fitosocjologiczne w Górach Świętokrzyskich. III. Zespoły roślin w pasmach: Bielińskim i Jeleniowskim. „Acta Soc. Bot. Pol." t. XI. Suppl. Warszawa.
7. Etter H. 1943 — Pflanzensoziologische und bodenkundliche Studien an schweizerischen Laubwäldern, „Mitt. Schw. Anst. f. Forstl. Versuchswesen." 25.
8. Florek K., Łukaszewicz J., Perkal J., Steinhaus H., Zubrzycki I. S. 1952 — Taksonomia wrocławska, „Przegląd Antropologiczny" t. XVII. Poznań.
9. Karpiński J. J. 1949 — Materiały do bioekologii Puszczy Białowieskiej, „Rozpr. i Spraw. I. B. L." Ser. A. Nr 56. Warszawa.
10. Klika J. 1930 — Remarques sur quelques associations forestières en Tchécoslovaquie et en Pologne. „Veröff. d. Pflanzengeogr. Inst. Rübel." 6. Bern-Berlin.
11. Klika J. 1932 — Lesy w xerothermni oblasti Čech, „Sbornik Česk. Akad. Zeměd." ročn. VII. Oddil. A. seš. 4. v Praze.
12. Klika J. 1948 — Rostlinná Sociologie. Praha.
13. Kostyniuk M., Wieczorek K. 1937 — Zespoły leśne okolicy Morszyna. „Kosmos", Ser. A. t. LXII. Lwów.
14. Kozłowska A. 1925 — La variabilité de *Festuca ovina* L. en rapport avec la succession des associations steppiques du plateau de la Petite Pologne. „Bull. Acad. Pol. Sc." Sér. B. III. Cracovie.
15. Krankowska-Sznajder B. 1952 — Obserwacje nad strefą przejścia zespołów *Querceto-Carpinetum* i *Querceto-Betuletum* w Białowieskim Parku Narodowym, „Annales U. M. C. S." Sect. C. VI. 13. Lublin.
16. Kujala V. 1936 — Waldvegetationsstudien im östlichen Mitteleuropa. „Comm. Inst. Forest. Fenniae." 22.6. Helsinki.

17. K u l c z y ń s k i S., M o t y k a J. 1936 — Zespoły leśne i stepowe okolicy Łysej Góry koło Złoczowa, „Kosmos". Ser. A. t. LXI. Lwów.
18. L i b b e r t W. 1932-33 — Die Vegetationseinheiten der Neumärkischen Staubeckenlandschaft, „Verh. Bot. Ver. Prov. Brandenburg" 74—75.
19. Ł o s i c k i K. B. 1952 — Dubrawy Biełorusskoj S. S. R. „Dubrawy S. S. S. R." t. IV. Moskwa-Leningrad.
20. M a l c u i t G. 1929 — Phytosociologie des Vosges Saônnoises. Thèse Fac. Sc. Lille.
21. M a t u s z k i e w i c z A. 1953 — Obserwacje fitosocjologiczne nad lasoborami *(Quercion roboris)* w okolicach Lublina. „Ekologia Polska" I. 4. Warszawa.
22. M a t u s z k i e w i c z A. 1955 — Stanowisko systematyczne i tendencje rozwojowe dąbrów białowieskich. „Acta Soc. Bot. Pol." t. XXIV. Warszawa.
23. M a t u s z k i e w i c z A. i W. 1954 — Wstępna charakterystyka fitosocjologiczna lasu „Ruda" w Puławach, „Ekologia Polska" II. 1. Warszawa.
24. M a t u s z k i e w i c z W. 1947 — Zespoły leśne południowego Polesia, „Annales U. M. C. S." Sect. E. II. Lublin.
25 M a t u s z k i e w i c z W. 1948 — Roślinność lasów okolic Lwowa. „Annales U. M. C. S." Sect. C. vol. II. Lublin.
26 M a t u s z k i e w i c z W. 1952 — Zespoły leśne Białowieskiego Parku Narodowego, „Annales U. M. C. S." Sect. C. Suppl. VI. Lublin.
27. M e d w e c k a - K o r n a ś A. 1952 — Zespoły leśne Jury Krakowskiej, „Ochrona Przyrody" t. 20. Kraków.
28. M e d w e c k a - K o r n a ś A. 1953 — Metodyka fitosocjologicznych badań leśnych i klasyfikacja zespołów leśnych. Referat na Konferencji Fitosocjologów i Leśników w Krakowie i Rabsztynie. 22-24. V. 1953.
29. N i e d z i a ł k o w s k i W. 1929 — Zarys stosunków geobotanicznych i typologicznych leśnictwa Rogów-Strzelna, „Sylwan" XLVII.
30. N o w i ń s k i M. 1929 — Zespoły roślinne Puszczy Sandomierskiej, „Kosmos", Ser. A. t. LIV. Lwów.
31. P a c z o s k i J. 1930 — Lasy Białowieży. P. R. O. P. Monogr. nauk. 1. Poznań.
32 P a s s a r g e H. 1953 — Waldgesellschaften des mitteldeutschen Trockengebietes, „Archiv für Forstwesen", Bd. 2. Heft 2/3.
33. P i o t r o w s k a H. 1950 — Materiały do znajomości szaty leśnej Wlkp. Parku Narodowego. „Prace Monogr. nad Przyr. W. P. N." t. II. 2. 5. Poznań.
34 P r e i s s i n g E. 1943 — Die Waldgesellschaften des Warthe- und Weichsellandes. Arbeiten aus d. Zentralstelle für Vegetationskartierung des Reiches. Als Manuskript vervielfältigt.
35. R e g e l C. 1930 — Pflanzengeographische Skizze von Litauen, „Repert. Spec. nov. regni veg." Beiheft LXI.
36. S z a f e r W. 1930 — Element górski we florze niżu polskiego, „Rozpr. Wydz. Mat.-Przyr. P. A. U." dz. B. 69. Kraków.
37 S z a f e r W., K u l c z y ń s k i S., P a w ł o w s k i B. 1953 — Rośliny polskie (II wyd.). Warszawa.
38 T ü x e n R. 1930 — Über einige nordwestdeutsche Waldassoziationen von regionaler Verbreitung, „Jahrb. Geogr. Ges. Hannover" f. d. Jahr 1929.
39. T ü x e n R. 1937 — Die Pflanzengesellschaften Nordwestdeutschlands, „Mitt. d. flor.-soz. Arbeitsgem. in Niedersachsen", 3. Hannover.
40. T y m r a k i e w i c z W. 1947 — Lasy i lesiste torfowiska między Stochodem a Stwigą na Polesiu, „Kosmos", Ser. A. LXV. Wrocław.

ACTA SOCIETATIS
BOTANICORUM POLONIAE
Vol. XXIV — Nr 2
1955

Stanowisko systematyczne i tendencje rozwojowe dąbrów białowieskich

La situation systématique et les tendances d'évolution des chênaies de Białowieża

A. MATUSZKIEWICZ

1. WSTĘP

Pomysł pracy, której wyniki przedstawiono poniżej, powstał w czasie dyskusji, jakie prowadzono na marginesie opracowania zbiorowisk leśnych Białowieskiego Parku Narodowego (Matuszkiewicz 1952). Mianowicie przedstawiona przez Matuszkiewicza systematyka tych zbiorowisk odbiegała znacznie od dotychczasowych opracowań systematycznych czy typologicznych (Romanow 1929, Paczoski 1930, Karpiński 1949).

Jednym z takich spornych zagadnień były dąbrowy. Różni autorzy stawiali tak zasadniczo różne hipotezy wyjaśniające ekologię i dynamikę tych zbiorowisk, że powstała konieczność ponownego rozpatrzenia faktów i sprawdzenia w terenie postawionych hipotez.

Dyskusję nad dąbrowami rozpoczął Paczoski (1926, 1930), polemizując z wypowiedzią niemieckich autorów (Lautenschläger 1917-19 i inni). Wśród drzewostanów czysto dębowych lub z przewagą dęba wyróżnił on grupę ,,dąbrów suchszych" i wydzielił jako typ odrębny od borów mieszanych i grondów opierając się na bogactwie i odrębności składu florystycznego runa.

Zwalczając stanowisko autorów niemieckich, którzy uważali czyste drzewostany dębowe za sztuczne, Paczoski analizuje warunki siedliskowe oraz dane historyczne i dochodzi do wniosku, że wiek wielu drzew wyklucza podejrzenia, jakoby pochodziły z siewu czy sadzenia, a zajmowane siedliska odpowiadają stosunkowo niewysokim wymaganiom ekologicznym obu dębów (Paczoski 1930, p. 414). Na podstawie wyżej streszczonych wywodów uważa on dąbrowy za zbiorowiska naturalne, a w przypadku drzewostanów czystych, za również naturalne lecz zniekształcone przez wyrąbanie innych gatunków występujących w domieszce.

Na podstawie analizy składu florystycznego stwierdza Paczoski, że w dąbrowach suchszych znajduje się wiele elementów ciepło- i światłolubnych, których brak w innych zbiorowiskach. Rozważając historię lasów w okresie polodowcowym, uważa on dąbrowy za typ, który znajdował najlepsze warunki rozwoju w cieplejszym okresie klimatycznym. W okresie tym szeroko rozpowszechnione były również rośliny światłolubne. W obecnym czasie zasięgi tych roślin, jak i obszary zajęte przez lasy typu dąbrowy zmniejszyły się na skutek oziębiania klimatu. Masowe rozprzestrzenianie się graba a potem świerka położyło kres możliwościom rozwoju roślinności światłolubnej i spowodowało ograniczenie zasięgów jej do dąbrowy, której występowanie ograniczone zostało również do niewielkich kompleksów na gorszych glebach.

Karpiński (1949) stoi na innym stanowisku. Uważa on mianowicie, że „niby dąbrowy" (*Pseudo-Querceta,* p. Karpiński l. c.) — mowa o tych tylko, które można zaliczyć do „dąbrów suchszych" Paczoskiego[1] — są to postacie skażone boru mieszanego (*Querceto-Piceeto-Pinetum,* l. c.) powstałe na skutek wycięcia sosny i wypadnięcia po pożarze świerka z drzewostanu. Wyróżnianie ich jako odrębnego typu prowadzić może według Karpińskiego „do błędnego i fatalnego w skutkach ujmowania spraw odnowienia tych drzewostanów", ponieważ uważa on, że Puszcza Białowieska leży poza zasięgiem naturalnym dąbrów jako typu drzewostanu.

Adamczewski (1950) opracowując motyle minujące w Białowieskim Parku Narodowym, w kwestiach typologiczno-leśnych opiera się na Paczoskim. Za nim też przyjmuje hipotezę odnoszącą się do „dąbrów suchszych" i uważa je za typ lasu o pierwotnym i klimaksowym charakterze, będący reliktem z tak zwanego polodowcowego optimum klimatycznego. Zdaniem jego opracowany przez Karpińskiego schemat typologiczny Instytutu Badawczego Leśnictwa dla Białowieskiego Parku Narodowego jest zbyt szablonowy, gdyż pomija niektóre naturalne typy lasu a między innymi i dąbrowy.

Matuszkiewicz (1952) opracowując zespoły leśne Białowieskiego Parku Narodowego nie zetknął się z dąbrowami[2], ale zajmując się kierunkami rozwojowymi roślinności leśnej, poświęca uwagę i temu problemowi. Nie przesądza on słuszności poglądu na nie w odniesieniu do terenu całej Puszczy, uważa jednak, że co się tyczy III-ej „a" powierzchni badawczej Instytutu Badawczego Leśnictwa w Białowieskim Parku Naro-

---

[1] „Niby-dąbrowy" powstałe z grondu nie były brane pod uwagę, gdyż jako zbiorowiska wilgotne stają one na pograniczu grondu i łęgu i z dąbrowami świetlistymi nie mają, poza dębem, nic wspólnego.

[2] Paczoski 1930, na stronie 438 stwierdza „Rezerwat śladów prawdziwych dąbrów nie zawiera...".

dowym, to Karpiński słusznie postąpił nie zwracając uwagi na pewne elementy z rzędu *Quercetalia pubescentis* w runie i nie wydzielając „pseudo-dąbrowy“ jako typu odrębnego od boru mieszanego. Według Matuszkiewicza głównym argumentem przy ustalaniu typów gospodarczych jest tutaj regresywny charakter dąbrowy a progresywny boru mieszanego, a zatem kierunek sukcesji zbiorowisk leśnych.

Tak oto przedstawiają się w skrócie poglądy wymienionych wyżej autorów na interesujące nas zagadnienie.

Moim zadaniem było zbadanie czy są w Puszczy Białowieskiej fitocenozy, które można zaliczyć do świetlistej dąbrowy (rząd *Quercetalia pubescentis*), a jeżeli są, to jaka jest ich ekologia i dynamika rozwojowa.

2. METODYKA BADAŃ

Przystępując do badań terenowych jako założenie przyjęto następującą alternatywę: jeżeli słuszność ma Paczoski (1926, 1930) wyróżniając wśród drzewostanów dębowych grupę „dąbrów suchszych“ jako odrębną grupę typologiczną, to muszą istnieć w Puszczy fitocenozy wyraźnie nie należące ani do borów mieszanych *(Pineto-Quercetum)*, ani do grondów (*Querceto-Carpinetum*), lecz przynależne do świetlistych dąbrów ze związku *Quercion pubescentis;* natomiast, gdy słuszność jest po stronie Karpińskiego (1949), to wyżej wymienione fitocenozy należą albo do boru mieszanego, albo do grondu wysokiego.

Pracę terenową rozpoczęto od wizytacji płatów „dąbrów suchszych“ wymienionych przez Paczoskiego (l. c.) a zaliczonych przez niego do: „dąbrowy z dębu bezszypułkowego“ (*Quercetum sessiliflorae*), „drzewostanu dębowo- (bezszypułkowego) -sosnowo-świerkowego“ *(Querceto sessiliflorae-pineto-piceetum)*, „dąbrów z dębu szypułkowego“ *(Quercetum pedunculatae*) i „dąbrowy podszytej leszczyną“ (*Quercetum corylosum).*

Po wyczerpaniu podanych przez Paczoskiego a obecnie dostępnych przykładów, wykorzystano dane zawarte w operatach poszczególnych nadleśnictw Puszczy. Zebrano mianowicie informacje o istnieniu drzewostanów dębowych, względnie z przewagą dębu, powyżej drugiej klasy wieku, a następnie w terenie stwierdzano, czy dany płat może być wzięty pod uwagę.

W miejscach interesujących nas z punktu widzenia naszej hipotezy badano strukturę fitosocjologiczną i warunki siedliskowe ze szczególnym uwzględnieniem gleby. Robiono zdjęcie fitosocjologiczne według ogólnie przyjętych zasad (p. Braun-Blanquet 1951) z tym, że zwarcie w piętrze drzew (A) i krzewów (B) określano w skali 10-cio stopniowej. Kopano odkrywki glebowe, w których badano morfologię profilu i pH

aktualne na płytce Heliga indykatorem Yamada (por. Lange 1944) oraz pobierano próbki do badania w laboratorium.

W laboratorium oznaczono w glebach powietrznie suchych i przesianych przez sito o otworach o średnicy 2 mm sumę zasad wymiennych, kwasowość hydrolityczną, pojemność sorbcyjną i procent nasycenia zasadami wg Kappena (1931), kwasowość aktualną metodą Wulffa (por. Szymkiewicz 1932), ilość przyswajalnego fosforu metodą Kirsanowa (por. Pietierburgskij 1947), procent wody hygroskopijnej i ubytku żarzenia metodą standartową oraz skład mechaniczny według Casagrande-Prószyńskiego (por. Musierowicz 1949) po przesianiu przez sito o okach 1 mm. Oznaczenia wykonywano w 2 powtórzeniach.

Przy opracowaniu syntetycznym materiału zdjęciowego zastosowano metody statystyczne.

Pracę terenową wykonano od 20 sierpnia do 12 września 1951 r. Ponowiono wizytację większości płatów dąbrowy świetlistej wiosną (28. i 29.V.) i latem (4. i 5.VII.) 1952 roku.

W czasie pracy terenowej korzystałam z subwencji Komisji Popierania Twórczości Naukowej i Artystycznej przy Prezydium Rady Ministrów.

Miło mi złożyć na tym miejscu serdeczne podziękowanie mężowi mojemu prof. dr Władysławowi Matuszkiewiczowi za pomoc w pracy terenowej i kierownictwo naukowe.

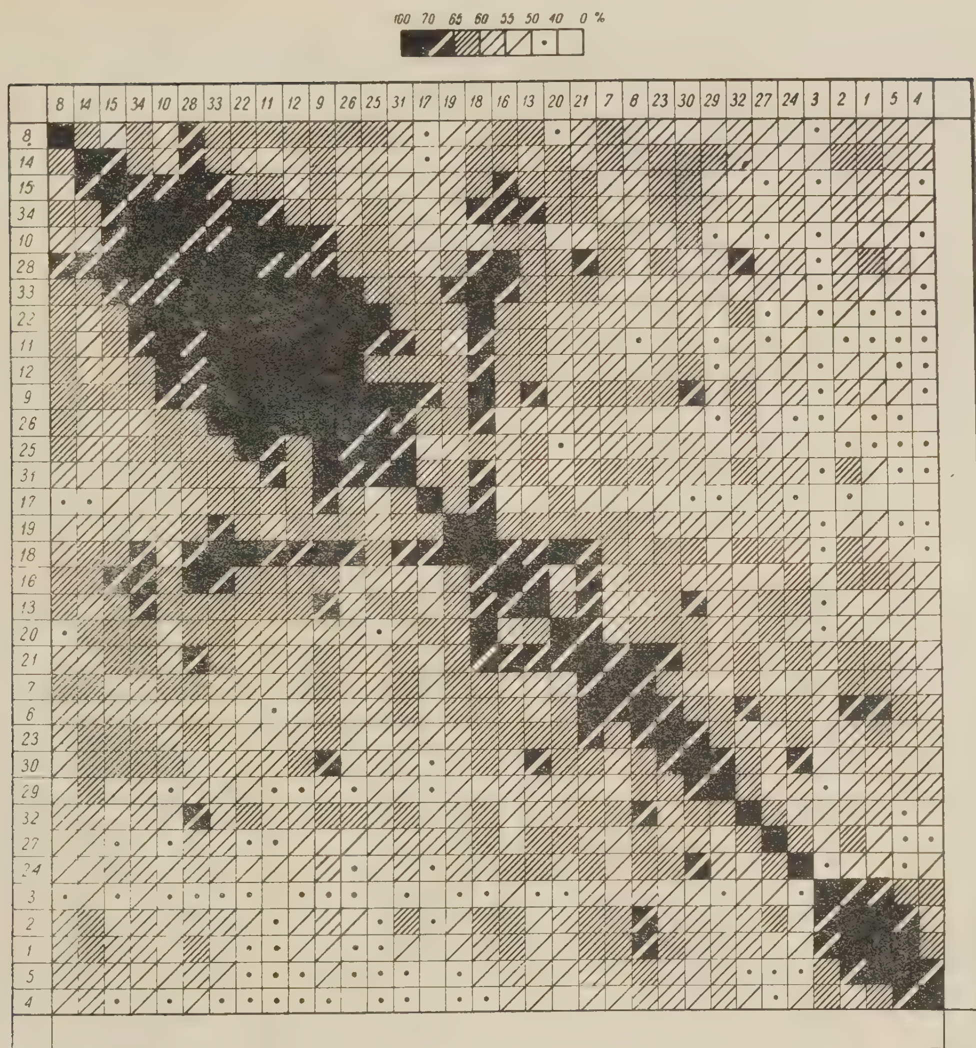
3. OGÓLNA ANALIZA FLORYSTYCZNA BADANYCH FITOCENOZ

W wyniku badań terenowych znaleziono 34 płaty odpowiadające „dąbrowom suchszym" w sensie Paczoskiego (1926, 1930). Płaty te przeanalizowano dokładnie pod względem składu florystycznego, struktury, ekologii występowania oraz tendencji dynamiczno-rozwojowych.

Zbiorowiska te wykazują dużą różnorodność przejawiającą się już w samej fizjonomii. Jedne odznaczają się wyraźnym udziałem gatunków szpilkowych, szczególnie w warstwie krzewów, w drugich gatunki te stanowią sporadyczną domieszkę. W warstwie runa występują obficie elementy rzędu *Quercetalia pubescentis* oraz klasy *Querceto-Fagetea* a także elementy borowe. Ilościowy stosunek dwu pierwszych grup gatunków do trzeciej bywa bardzo różny.

Również wielką zmienność wykazują gleby badanych zbiorowisk szczególnie pod względem składu mechanicznego. „Suchsze dąbrowy" spotykamy zarówno na piaskach luźnych i gliniastych jak i na glinach.

Wszystko to wskazuje na to, że typ dąbrowy Paczoskiego jest niejednolity i że mamy tu do czynienia z różnymi zbiorowiskami.



Ryc. 1. Diagram współczynników podobieństwa 34 zdjęć „suchszych dąbrów" z Puszczy Białowieskiej

Diagramme des coëfficients d'affinité de 34 relevés des „chênaies séches" de la forêt de Białowieża

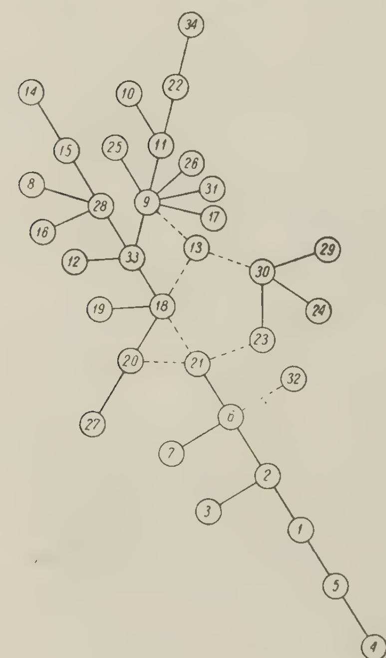
Aby ułatwić analizę florystyczną i porównanie badanych płatów użyto metod statystycznych, a mianowicie metody diagramu Czekanowskiego i metody dendrytu. Współczynniki podobieństwa zdjęć obliczano według znanego wzoru Steinhausa:

$$P = \frac{2c}{a + b} \cdot 100$$

gdzie „a“ i „b“ oznaczają sumy stopni pokrywania wszystkich gatunków w każdym z dwu porównywanych zdjęć, zaś „c“ sumę stopni pokrywania gatunków wspólnych obu zdjęciom; „P“ jest wartością współczynnika podobieństwa obu porównywanych zdjęć.

Na diagramie Czekanowskiego (p. ryc. 1) badane zdjęcia układają się w szereg niezupełnie konsekwentny z powodu wzajemnych wielokrotnych nawiązań. Główny trzon stanowi zwarta grupa zdjęć od Nr 34 do 31; współczynniki podobieństwa zdjęć tej grupy są bardzo wysokie — przeważają wartości powyżej 65%. Nawiązują do niej z jednej strony zdjęcia Nr 15, 14 i 8, z drugiej zaś szereg zdjęć rozpoczynający się numerami 18, 16, 13 itd. Tabelę kończy grupa zdjęć od Nr 3 do 4 wykazująca znaczną odrębność. Wynik powyższy pozwala przypuszczać, że mamy tu do czynienia z jednym wyraźnie wyodrębnionym zespołem oraz z szeregiem różnych postaci pochodnych, wykazujących dość konsekwentną zmienność kierunkową.

Do podobnych wniosków dochodzimy interpretując dendryt uzyskany metodą taksonomii wrocławskiej (Florek i in. 1952) [3]. Metoda ta porządkując elementy w przestrzeni wielowymiarowej bardzo dobrze nadaje się do badania związku faktów przyrodniczych mających wielokrotne nawiązania.



Ryc. 2. Dendryt 34 zdjęć „suchszych dąbrów“ z Puszczy Białowieskiej
Dendrite de 34 relevés des „chênaies sêches“ de la fôret de Białowieża

Dendryt porównywanych 34 zdjęć lasów dębowych (p. ryc. 2) składa się z części silnie rozgałęzionej i części liniowej. Główny zrąb pierwszej z nich stanowią te same zdjęcia, które na diagramie Czekanowskiego utworzyły zwartą grupę. Reprezentują one niewątpliwie typową postać zespołu. Pozostałe zdjęcia układają się w szereg wskazujący przypuszczalnie główny kierunek sukcesji.

Florystyczną interpretację uzyskanego wyniku umożliwia tabela Nr 1, w której ustawiono zdjęcia w kolejności uzyskanej na diagramie Czekanowskiego (ryc. 1). Widzimy, że zdjęcia Nr 34 do 31, które w statystycznych rozważaniach występowały zawsze jako

---

[3] Niech mi będzie wolno w tym miejscu podziękować serdecznie panu docentowi dr Julianowi Perkalowi za udzielenie mi cennej konsultacji i zapoznanie z metodą.

zwarta grupa, reprezentują płaty należące niewątpliwie do rzędu *Quercetalia pubescentis*. Gatunki tego rzędu występują w nich obficie i z dużą stałością. Licznie reprezentowane są również elementy rzędu *Fagetalia* i klasy *Querceto-Fagetea*. Natomiast w zdjęciach tych udział gatunków klasy *Vaccinio-Piceetea* jest stosunkowo najmniejszy w porównaniu z wszystkimi zbadanymi płatami.

W miarę przechodzenia od tej grupy na prawo spotykamy zdjęcia, w których udział elementów klasy *Querceto-Fagetea* a szczególnie rzędu *Quercetalia pubescentis* stopniowo maleje, natomiast udział gatunków borowych wydatnie wzrasta. Możemy więc uważać, że występujący na diagramie szereg zdjęć od numeru 19 do 4 odpowiada przekształcaniu się typowego zespołu w kierunku zbiorowisk borowych.

Można zatem z grubsza podzielić zbadane płaty na dwie grupy: pierwszą reprezentującą typowo świetlistą dąbrowę i drugą obejmującą zbiorowiska odchylone wyraźnie w kierunku borów mieszanych.

4. *QUERCETO-POTENTILLETUM ALBAE* (LIBBERT 1933) KNAPP 1942 DĄBROWA ŚWIETLISTA

Fizjonomia zespołu. Wyróżniona na podstawie fizjonomii, listy florystycznej i metod statystycznych dąbrowa świetlista jest to las mieszany o dość słabym zwarciu drzewostanu (średnio 63%), w którym zdecydowanie przeważa dąb szypułkowy *(Quercus robur)*, sosna zaś a zwłaszcza świerk stanowią tylko sporadyczną domieszkę wraz z brzozami, osiką i grabem (p. ryc. 3 i 6).

Krzewy mają zwykle duże, ale często nierównomierne zwarcie w obrębie jednego płatu (średnio 50%). Przeważają w nich gatunki liściaste, a przede wszystkim grab, który często tworzy zwarty gąszcz. Klon, lipa, leszczyna, jabłoń leśna, brzoza omszona i dąb stanowią domieszkę. Świerk występuje sporadycznie.

Warstwa ziół w miejscach wolnych od krzewów ma zwarcie dość duże (średnio 66%). Oprócz gatunków charakterystycznych dla świetlistej dąbrowy oraz grondowych i borowych spotyka się tu wiele gatunków światłolubnych. W okresie wiosenno-letnim runo odznacza się wielką bujnością tak części wegetatywnych jak i kwiatów, których masowy pojaw tworzy kilka aspektów fenologicznych (p. ryc. 4).

Mchy w tym zespole występują w niewielkiej ilości i raczej sporadycznie. Jedynie *Mnium* sp. jest prawie stałym składnikiem.

Skład florystyczny świetlistej dąbrowy przedstawiono na tabeli Nr 1. Analizę florystyczną ułatwia tabela Nr 2, gdzie zestawiono dla różnych jednostek systematycznych wartości grupowe „D" (Tüxen, Ellenberg 1937) obliczone według wzoru:

Tabela (Tableau) 1.

Skład florystyczny 34 zdjęć fitosocjologicznych „suchszych dąbrów" w Puszczy Białowieskiej

Associations: *Querceto-Potentilletum albae* et *Pineto-Quercetum* dans la Forêt de Białowieża

Zespół — association				*Querceto-Potentilletum*													*Pineto-Quercetum*																			
Nr zdjęcia — No de relevé	8	14	15	34	10	28	33	22	11	12	9	26	25	31	17	Stałość w zdjęciach 34—17 (Présence dans les relev.)	19	18	16	13	20	21	7	6	23	30	29	32	27	24	3	2	1	5	4	Stałość w zdjęciach 19—4 (Présence dans les relev.)
Zwarcie koron (degré de recouvrement — strate arboresc.)	60	70	70	50	60	50	60	60	70	70	60	70	70	70	60		70	70	60	70	70	70	70	60	70	70	70	60	70	70	40—50	70	60	70	70	
Zwarcie krzewów (degré de recouvr. — strate arbustive) %	50	60	80	20	10—40	60	10—70	80	10—80	50	80	10—80	20—70	70	80		60	60	40	60	40	50	50	80	70	60	40	70	60	70	30	20	30	30	50	
Zwarcie runa (degré de recouvr. — strate herbacée) %	80	70	60	70	80	90	70	90	70	70	20—40	60	60	40	40		50	70	90	60	40	40	40	60	5—40	60	60	40	60	60	80	70	80	80	80	
Ilość gatunków — nombre des espèces.	61	82	110	85	80	[illegible]	94	80	80	79	81	70	66	55	64		72	90	77	69	77	75	61	63	73	60	57	52	53	55	65	71	78	80	50	
Gatunki charakterystyczne rzędu (caractéristiques de l'ordre) *Quercetalia pubescentis*																																				
Calamintha vulgaris (L.) Druce	1	1	1	1	1	.	1	1	1	1	1	1	1	1	.	V	1	1	1	1	.	.	.	1	1	1	1	.	1	.	1	1	1	1	1	IV
Carex montana L.	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	V	1	1	1	1	1	1	1	.	1	1	.	1	.	.	1	1	1	.	.	IV
Lathyrus niger (L.) Bernh.	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	V	.	1	1	1	1	1	1	.	1	.	.	.	1	.	.	.	1	1	.	III
Melittis melissophyllum L.	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	V	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	+	1	1	1	1	V
Polygonatum odoratum (Mill.) Druce	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	V	.	1	+	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.	.	+	1	1	1	1	V
Ranunculus polyanthemos L.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.	V	.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.	1	.	1	1	1	1	1	1	V
Trifolium alpestre L.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.	1	V	1	1	1	1	.	1	1	.	1	1	1	1	.	1	.	.	1	1	1	IV
Trifolium medium L.	1	1	1	2	2	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	V	1	1	1	2	1	1	2	1	1	.	.	1	.	.	2	1	1	1	2	IV
Geranium sanguineum L.	.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.	1	.	.	IV	.	1	+	1	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	1	1	II
Hypericum montanum L.	1	.	.	.	1	1	.	+	1	1	1	1	1	.	1	IV	.	.	.	1	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Peucedanum cervaria (L.) Lap.	.	1	.	1	1	1	1	1	1	1	.	1	2	.	.	IV	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	1	1	II
Potentilla alba L.	2	1	1	1	2	.	1	2	2	1	1	2	2	.	.	IV	.	.	.	.	.	.	1	1	1	1	.	.	.	1	.	.	.	.	.	II
Campanula persicifolia L.	1	1	1	1	.	1	1	1	.	.	1	.	.	.	.	III	.	1	1	.	.	1	1	1	1	.	1	.	.	.	.	1	1	1	.	III
Digitalis grandiflora Mill.	.	1	.	.	1	1	1	1	.	1	.	1	1	.	.	III	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	I

Tabela (Tableau) 1. (c. d.)

Nr zdjęcia — No de relevé	8 14 15	34 10 28 33 22 11 12 9 26 25 31 17		19 18 16 13 20 21 7 6 23 30 29 32 27 24 3 2 1 5 4	
Vicia cassubica L.	1 . 1	1 1 1 . 1 . . . . 1 . .	III	. 1 . . . . 1 1 1 . . 1 . . . . 1 1 1	III
Viola mirabilis L.	. . 1	. . . 1 . . 1 . 2 1 1 1	III	1	I
Laserpitium pruthenicum L.	1 1 1	1 1 1 1 1 . 1 . . 1 . .	III	1 1 1 1	II
Cytisus ruthenicus Fisch.	. . 1	. . . . 1 . 1 1 .	II	. . . . 1 1 1	I
Pulmonaria angustifolia L.	. . 1	1 1 . 1 . 1	II	. 1 . . 1	I
Gatunki charakterystyczne rzędu (caractéristiques de l'ordre) *Fagetalia*					
Carpinus betulus L. (drz.)	3 . .	. 1 . . . 1 1 . 2 1 . .		. . . . . . 2 . . . . 2 . .	
„ „ (krz.)	4 1 1	1 + 5 6 8 9 8 9 8 8 7 9	V	6 8 1 3 2 1 2 1 . 1 2 6 4 1 + + 1 1 1	V
„ „ (runo)	. . .	. 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1		. 1 1 1 1 . 2 1 . . . . 1 1 1 1 1 1 .	
Daphne mezereum L.	1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	V	1 1 1 . 1 1 1 1 1 . 1 1 1 . . 1 1 . .	IV
Lathyrus vernus (L.) Bernh.	1 2 2	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	V	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 . 1 1 1 1 1 . 1 1	V
Galium Schultesii Vest.	. . 1	. . 1 1 1 1 1	III	1 1 . 1	I
Galium vernum Scop.	. 1 1	1 1 . . 1 . 1 . 1 . . 1	III	1 . . . 1 . . . . 1 . . .	I
Stellaria holostea L.	. 1 1	1 1 1 . 1 2 1	III	1 1 1 . 2 . . . . . . 1 1	II
Tilia cordata Mill. (drz.)	. . .	. . . . +		. . . .	
„ „ (krz.)	1 1 1	1 . 1 1 . . + + 1 . . +	III	. + . 1	I
„ „ (runo)	1 1 1	. . . . 1 . . 1		. . 1 1	
Asperula odorata L.	. . .	. . . 1 . 1 . 1 . . . 1	II	. 1 . . 1 1 . . 1 1 . . 1	II
Epilobium montanum L.	. . .	. . . 1 1 . 1 . 1 . . .	II	. 1 . . 1 . . . . 1 . . 1 . 1 .	II
Lilium martagon L.	. . 1	1 1 . . . . . . 1 . . 1	II	. 1 1 . 1 1 1 1 1 . . . . . 1 1 1 1 1	IV
Milium effusum L.	. . 1	. . . . 1 . 1 . 1	II	1 1 . 1 1 1 . 1 . . . . 1	II
Neottia nidus-avis (L.) Rich.	. . 1	. . . 1 1 1 . 1	II	. 1	I
Carex digitata L.	1 1 1	. . 1 . . . . . 1 . . .	I	. . . . 1 1 1 1 1 1 1 1 . . 1 1 1 1 1	IV
Mycelis muralis (L.) Dum.	. . .	. . . . 1 . . .	I	. . . . 1 1 . 1 . . . . 1 . 1 1 1 1 .	III
Sanicula europaea L.	. . .	. . . 1 . . 1	I	1 1 . . 1 1	II
Gatunki charakterystyczne klasy (caractéristiques de la classe) *Querceto-Fagetea*					
Thalictrum aquilegifolium L.	1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 .	V	. . . . . 1 . . . 1 1 1 . . . 1 1 . .	II
Festuca gigantea (L.) Vill.	. . 1	. 1 1 1 1 1 1 1 1 . . 1	IV	1 1 . . 1 . . . 1	II

Tabela (Tableau) 1. (c. d.)

Zespół — association				Querceto-Potentilletum													Pineto-Quercetum																			
Nr zdjęcia — No de relevé	8	14	15	34	10	28	33	22	11	12	9	26	25	31	17		19	18	16	13	20	21	7	6	23	30	29	32	27	24	3	2	1	5	4	
Acer platanoides L. (krz.)	.	+	+	.	.	1	.	+	.	.	.	+	+	.	.	III	+	.	.	.	.	.	1	1	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	III
" " (runo)	.	1	1	.	.	.	1	1	.	.	.	1	.	.	.		1	1	1	.	1	1	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	
Campanula trachelium L.	.	.	.	1	1	1	1	.	1	.	.	.	.	.	.	III	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	—
Corylus avellana L. (krz.)	.	+	.	.	.	1	1	.	.	+	+	.	.	1	+	III	+	+	.	.	.	.	1	3	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	II
" " (runo)	.	1	1	.	.	1	.	.	.	1	1	.	.	1	.		.	.	.	.	1	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
Eurhynchium Zetterstedtii	.	1	.	.	.	.	.	1	.	.	1	1	1	.	1	III	1	1	.	1	1	.	1	1	.	1	1	.	.	.	.	.	.	1	.	III
Hepatica nobilis Garsault	.	1	1	1	1	1	.	2	1	.	1	.	.	.	1	III	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	1	.	.	1	1	1	1	.	II
Ranunculus lanuginosus L.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	1	.	1	.	1	1	III	1	1	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	II
Aegopodium podagraria L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	1	II	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Moehringia trinervia (L.) Clairv.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	.	.	.	II	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Viola silvestris Rchb.	.	1	1	.	.	.	1	.	.	.	1	.	.	1	1	II	.	1	1	1	1	1	.	.	1	1	1	1	1	.	1	1	1	1	1	IV
Gatunki charakterystyczne rzędu (caractéristiques de l'ordre) *Vaccinio-Piceetalia*																																				
Trientalis europaea L.	1	1	1	+	1	1	1	1	1	1	1	+	1	1	1	V	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	V
Vaccinium myrtillus L.	3	3	1	1	+	3	1	+	+	+	1	1	1	2	+	V	2	3	3	3	2	2	1	3	3	3	4	3	4	4	4	3	4	4	4	V
Picea excelsa (Lam) Lk. (drz.)	.	3	.	.	+	.	+	.	.	1	.	.	.	.	1		1	1	1	1	2	1	2	1	1	2	2	2	2	.	4	3	2	+	1	
" " (krz.)	.	3	7	1	.	1	.	.	.	1	.	.	1	+	+	IV	1	1	1	5	6	1	1	1	7	7	4	.	4	7	+	+	1	1	3	V
" " (runo)	.	1	1	.	+	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.		1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	.	.	2	1	1	1	1	1	1	
Vaccinium vitis-idaea L.	.	1	1	1	.	+	.	.	.	.	1	.	+	1	.	III	.	.	1	+	.	+	.	1	1	1	1	.	.	1	1	1	2	1	1	IV
Pirola secunda L.	1	1	.	1	.	1	.	.	.	.	.	.	+	1	.	II	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	.	1	1	1	1	1	1	1	V
Pirola minor L.	1	.	.	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.	1	1	.	1	1	.	1	.	.	.	1	1	1	.	1	.	.	.	III
Monotropa hypopitys L. var. *hirsuta*	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	—	.	.	.	.	.	1	.	.	+	.	.	.	.	.	1	1		.	.	II
Gatunki charakterystyczne klasy (caractéristiques de la classe) *Vaccinio-Piceetea*																																				
Betula pubescens Ehrh. (drz.)	.	.	.	1	+	1	+	1	.	1	.	.	2	.	.		.	1	.	1	+	1	.	.		.	.	.	1	.	.	.	.	1	.	
" " (krz.)	1	.	.	1	+	.	1	+	+	+	+	.	1	+	.	V	.	.	3	1	.	1	1	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.	1	.	III

Tabela (Tableau) 1. (c. d.)

Nr zdjęcia — No de relevé	8	14	15	34	10	28	38	22	11	12	9	26	25	31	17	
Betula pubescens Ehrh. (runo)	.	.	1	1	.	1	.	.	.	.	.	.	1	.	.	
Calamagrostis arundinacea (L) Roth	1	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	1	2	1	V
Hieracium umbellatum L.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	V
Pteridium aquilinum (L.) Kuhn	2	1	1	3	2	2	1	3	1	2	1	2	1	1	1	V
Solidago virga-aurea L.	.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.	V
Veronica officinalis L.	.	1	1	1	1	.	1	+	1	1	1	.	1	1	1	V
Betula verrucosa Ehrh. (drz.)	1	2	2	1	.	3	2	.	+	1	1	+	.	.	.	
„ „ (krz.)	1	.	.	1	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	IV
„ „ (runo)	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	,	
Scorzonera humilis L.	1	1	1	1	.	1	1	1	1	1	1	1	.	.	1	IV
Populus tremula L. (drz.)	1	1	.	1	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	
„ „ (krz.)	1	1	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	III
„ „ (runo)	.	1	1	1	.	1	+	.	.	.	1	.	1	1	.	
Sorbus aucuparia L. (drz.)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	
„ „ (krz.)	1	1	.	.	.	.	1	+	.	,	+	+	.	+	.	III
„ „ (runo)	1	1	1	1	.	.	.	1	.	.	1	.	1	.	.	
Entodon Schreberi	.	2	+	.	.	1	1	.	.	.	.	.	1	.	.	II
Pirola rotundifolia L.	.	.	1	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II
Dryopteris spinulosa (Müll.) OKuntze	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Polytrichum attenuatum	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	1	I
Sieglingia decumbens (L.)Lam.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	I
Gatunki towarzyszące (compagnes)																
Aquilegia vulgaris L.	1	1	1	.	1	1	1	1	1	.	1	1	1	1	1	V
Geranium silvaticum L.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.	1	1	V
Potentilla erecta (L.) Hampe	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.	1	.	1	V
Trollius europaeus L.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.	1	V
Angelica silvestris L.	.	.	1	.	1	1	1	1	1	1	.	.	.	1	1	IV
Centaurea austriaca Willd.	1	.	1	1	1	1	1	1	1	.	1	1	1	.	.	IV
Succisa pratensis Mnch.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.	1	.	.	IV
Gladiolus imbricatus L.	.	.	1	1	1	1	1	1	.	1	.	1	.	.	.	III
Vicia silvatica L.	1	.	.	.	1	1	1	.	1	1	.	1	.	.	1	III

Nr zdjęcia — No de relevé	19	18	16	13	20	21	7	6	23	30	29	32	27	24	3	2	1	5	4	
Betula pubescens Ehrh. (runo)	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	
Calamagrostis arundinacea (L) Roth	2	3	3	3	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	V
Hieracium umbellatum L.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.	1	1	1	1	V
Pteridium aquilinum (L.) Kuhn	2	2	2	2	1	1	2	1	2	1	1	2	1	1	3	1	3	1	2	V
Solidago virga-aurea L.	1	1	1	.	.	1	1	1	1	.	1	1	.	.	1	1	1	1	1	IV
Veronica officinalis L.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.	1	1	1	1	1	.	V
Betula verrucosa Ehrh. (drz.)	.	1	2	.	+	.	.	.	+	+	+	+	1	1	+	1	1	3	4	
„ „ (krz.)	.	.	1	.	.	.	.	+	.	.	.	.	1	+	+	+	1	1	1	IV
„ „ (runo)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	1	1	.	
Scorzonera humilis L.	.	1	1	1	1	1	.	1	1	1	1	1	.	1	.	.	1	1	1	IV
Populus tremula L. (drz.)	1	.	.	.	+	.	1	.	2	.	+	.	.	.	1	2	2	2	1	
„ „ (krz.)	1	.	1	.	.	1	1	1	.	.	1	1	.	+	+	.	1	1	1	V
„ „ (runo)	1	1	1	1	1	1	1	1	2	.	1	1	1	1	.	1	1	.	1	
Sorbus aucuparia L. (drz.)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	
„ „ (krz.)	1	+	1	.	.	1	1	1	.	.	1	.	,	.	+	+	1	1	1	V
„ „ (runo)	1	1	.	1	.	1	.	1	.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Entodon Schreberi	1	.	1	.	1	1	.	1	1	.	.	.	1	1	2	1	1	1	2	IV
Pirola rotundifolia L.	1	.	1	.	1	1	.	.	1	1	2	.	.	2	.	.	1	.	.	III
Dryopteris spinulosa (Müll.) OKuntze	1	.	.	.	.	,	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	II
Polytrichum attenuatum	1	1	.	1	1	1	1	1	1	.	.	.	1	1	1	.	.	1	.	IV
Sieglingia decumbens (L.)Lam.	1	1	1	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	II
Gatunki towarzyszące (compagnes)																				
Aquilegia vulgaris L.	.	1	1	1	.	1	1	1	1	1	.	.	.	.	.	1	1	1	1	IV
Geranium silvaticum L.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.	1	1	1	1	1	1	1	.	.	V
Potentilla erecta (L.) Hampe	1	1	1	1	.	1	1	1	1	1	1	.	.	1	.	.	.	1	.	IV
Trollius europaeus L.	1	1	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	.	.	.	II
Angelica silvestris L.	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	I
Centaurea austriaca Willd.	.	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Succisa pratensis Mnch.	1	1	1	1	.	.	.	.	1	1	1	.	.	1	.	.	.	.	1	III
Gladiolus imbricatus L.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Vicia silvatica L.	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	I

Tabela (Tableau) 1. (c. d.)

Zespół — association				Querceto-Potentilletum													Pineto-Quercetum																			
Nr zdjęcia — No de relevé	8	14	15	34	10	28	33	22	11	12	9	26	25	31	17		19	18	16	13	20	21	7	6	23	30	29	32	27	24	3	2	1	5	4	
Ajuga reptans L.	.	1	1	1	.	1	1	1	1	.	1	1	1	1	1	V	1	.	.	1	1	1	.	1	1	.	.	1	1	.	.	.	1	.	.	III
Betonica officinalis L.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	V	1	1	1	1	.	1	1	1	1	1	.	.	1	.	1	1	1	.	.	IV
Convallaria maialis L.	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	.	V	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.	1	.	1	1	1	1	V
Fragaria vesca L.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	V	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	V
Galium boreale L.	.	.	.	1	.	1	1	1	1	1	1	1	.	1	1	V	.	1	.	1	1	1	1	.	1	.	.	1	1	.	.	1	.	.	.	III
Luzula pilosa (L.) Willd.	.	.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.	.	1	1	V	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.	1	1	1	1	1	1	.	.	V
Majanthemum bifolium (L.) F. W. Schm.	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	V	2	2	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	V
Melampyrum nemorosum L.	2	1	1	2	1	2	2	3	2	2	1	1	1	1	1	V	1	1	4	1	.	.	1	1	1	.	1	.	1	1	.	2	2	.	2	IV
Melica nutans L.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	V	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	V
Mnium sp.	.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.	.	V	1	1	.	1	1	.	.	1	1	1	.	.	1	1	1	.	1	.	.	III
Pinus silvestris L. (drz.)	1	2	1	+	+	+	1	2	+	+	1	1	1	1	.		+	+	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	+	2	1	1	1	3	
,, ,, (krz.)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	V	.	.	1	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	V
,, ,, (runo)	.	+	1	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	
Quercus robur L. (drz.)	3	2	7	7	8	6	6	7	8	6	8	7	6	8	9		7	7	6	7	7	7	3	8	6	7	6	6	6	8	1	2	1	1	.	
,, ,, (krz.)	1	1	1	1	+	1	.	+	+	.	.	.	.	+	.	V	.	.	.	.	1	.	1	1	.	2	1	1	.	.	.	+	1	1	.	V
,, ,, (runo)	1	2	1	1	2	1	2	1	1	2	1	1	1	2	1		1	1	1	1	2	.	2	1	1	2	1	1	1	1	.	1	1	1	.	
Rubus saxatilis L.	1	1	.	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	2	V	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.	2	1	1	1	1	1	1	V
Serratula tinctoria L.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	V	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	V
Veronica chamaedrys L.	.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	V	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.	1	1	1	1	1	1	1	1	V
Viola Riviniana Rchb.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.	1	1	V	1	1	.	1	1	1	1	1	.	1	.	1	1	1	1	1	.	.	.	IV
Brachypodium pinnatum (L.) P.B.	1	1	1	1	1	.	1	1	1	1	1	1	.	.	1	IV	1	1	1	1	1	1	1	.	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	III
Genista tinctoria L.	1	.	1	1	1	1	1	1	1	.	1	.	1	.	.	IV	1	.	.	1	.	1	1	.	.	1	.	1	.	.	.	1	1	1	1	III
Malus silvestris (L.) Mill. (krz.)	.	1	.	.	.	.	1	.	.	.	+	+	.	.	+	IV	.	+	.	+	1	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	III
,, ,, (runo)	.	.	.	.	1	.	.	1	.	.	+	+	1	1	.		.	.	.	1	1	1	.	1	1	1	1	1	.	.	1	.	.	.	.	
Peucedanum oreoselinum (L.) Moench	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.	1	.	.	IV	.	.	1	1	.	.	.	.	1	1	1	1	.	.	.	.	.	1	1	III
Primula officinalis (L.) Hill.	1	.	1	.	1	1	1	1	1	.	1	.	.	1	1	IV	.	1	.	.	1	1	1	.	1	.	.	.	.	.	1	1	.	1	.	III
Vicia sepium L.	1	1	1	1	.	1	1	1		1	1	1	1	.	1	IV	1	1	1	.	1	1	1	1	1	1	.	1	1	1	1	1	1	1	.	V
Agrostis alba L.	.	.	.	1	.	.	1	1	1	.	.	.	1	.	.	III	1	1	1	.	1	.	.	.	.	.	1	.	.	1	.	.	.	.	.	II
Agrostis vulgaris With.	1	.	.	.	1	1	1	.	.	1	1	.	.	.	.	III	.	.	.	1	.	1	.	1	.	.	.	1	1	.	1	1	1	1	1	III
Agrimonia eupatoria L.	.	.	1	.	1	.	1	.	1	1	1	.	.	.	.	III	1	1	.	2	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	1	1	.	II

Tabela (Tableau) 1. (c. d.)

Nr zdjęcia — No de relevé	8	14	15	34	10	28	33	22	11	12	9	26	25	31	17		19	18	16	13	20	21	7	6	23	30	29	32	27	24	3	2	1	5	4	
Anthericum ramosum L.	.	.	.	.	1	.	1	.	.	.	1	1	1	.	.	III	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Astragalus glycyphyllos L.	.	.	1	.	1	.	.	.	1	.	1	1	.	1	1	III	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	.	1	.	II
Campanula glomerata L.	.	1	1	1	1	1	1	.	1	.	.	.	.	.	.	III	.	1	1	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	II
Campanula rapunculoides L.	.	.	1	.	.	1	1	1	1	1	.	1	.	.	1	III	.	.	1	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Dactylis glomerata L.	.	.	1	.	.	1	1	1	2	.	.	1	1	.	.	III	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Galium mollugo L.	.	1	1	.	1	1	1	1	.	1	1	1	.	.	.	III	1	1	1	.	.	1	1	1	.	1	1	.	.	1	1	1	1	1	.	IV
Hypericum perforatum L.	.	.	1	1	.	1	1	1	.	.	.	.	.	.	1	III	1	1	1	.	1	.	.	.	1	.	1	.	.	.	1	1	1	1	.	III
Lathyrus laevigatus (WK) Fritsch.	.	1	1	1	.	1	1	1	.	.	.	.	.	.	1	III	.	1	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Origanum vulgare L.	.	1	1	1	1	1	1	.	1	.	1	1	.	.	.	III	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Oxalis acetosella L.	.	1	.	.	.	1	1	.	.	1	1	1	.	.	1	III	1	1	.	.	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	V
Salix caprea L. (drz.)	+	.	.	1	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	1	.	.	.	
,, ,, (krz.)	.	.	+	.	.	.	.	.	.	1	+	.	.	+	.	III	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	II
,, ,, (runo)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		.	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	
Torilis japonica (Houtt) D. C.	.	.	1	.	.	.	1	.	1	1	.	1	1	1	.	III	.	1	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	.	II
Vicia cracca L.	.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	.	.	.	.	.	III	.	1	1	1	.	1	.	.	.	1	.	.	.	1	1	.	1	.	.	III
Prunella vulgaris L.	.	.	1	1	.	.	1	.	.	1	.	1	.	.	.	II	1	.	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	1	.	III
Chamaenerion angustifolium (L.) Scop.	.	.	.	.	1	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	II	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	1	I
Festuca ovina L.	1	1	1	1	.	.	.	.	1	.	1	.	.	.	.	II	.	.	1	1	.	1	.	1	1	.	1	.	.	1	1	.	.	1	1	III
Lathyrus pratensis L.	.	.	1	.	.	1	.	.	.	.	.	1	.	1	.	II	.	1	.	1	1	1	.	.	.	.	.	1	.	1	.	.	.	.	.	II
Lathyrus silvester L.	.	.	1	1	1	.	.	.	1	.	.	.	1	.	.	II	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	I
Molinia coerulea (L.) Moench	.	1	1	1	1	.	.	1	.	1	.	.	.	.	.	II	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I
Rhytidiadelphus triquetrus	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	1	I	.	1	1	.	1	1	.	1	1	1	1	.	1	.	.	1	1	1	.	IV
Arnica montana L.	1	1	1	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	.	I	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	1	1	.	II
Deschampsia caespitosa (L.) P. B.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	1	.	I	.	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	1	.	.	.	II
Hypochoeris radicata L.	.	.	1	.	.	1	.	.	1	.	.	.	.	.	.	I	.	.	.	.	.	1	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	II
Poa nemoralis L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	I	.	.	.	.	.	.	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	II
Poa pratensis L.	.	.	1	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	I	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1	1	.	II
Evonymus verrucosa Scop. (krz.)	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.	1	.	.	.	.	1	.	.	II
,, ,, (runo)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	1	1	.	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	
Pimpinella saxifraga L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	1	1	1	1	.	II
Quercus sessilis Ehrh. (drz.)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	2	1	
,, ,, (krz.)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	1	2	II
,, ,, (runo)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.	1	1	2	
Rubus idaeus L.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	1	1	1	.	1	II

Gatunki sporadyczne (sporadiques):

z rzędu *Quercetalia pubescentis: Cephalanthera rubra* (L.) Rich. (9, 7, 21), *Thalictrum minus* L. (15, 29), *Vincetoxicum officinale* Mnch. (23) *Viscaria valgaris* Röhl. (12).

z rzędu *Fagetalia: Carex pilosa* Scop. (5), *Catharinaea undulata* (14, 23, 24), *Dactylis Aschersoniana Gräbner* (12, 17, 20), *Dryopteris filix-mas* (L.) Schot. (8, 27, 5), *Ranunculus auricomus* L. (21),

z klasy *Querceto-Fagetea: Anemone nemorosa* L. (19, 20), *Asarum europaeum* L. (10), *Carex silvatica Huds.* (19), *Galeobdolon luteum Huds.* (34, 3), *Chaerophyllum aromaticum* L. (15, 17), *Geum urbanum* L. (17), *Paris quadrifolia* L. (18, 1), *Thalictrum lucidum* L. (34), *Viburnum opulus* L. (25, 18, 20).

z rzędu *Vaccinio-Piceetalia: Melampyrum pratense* L. (3, 2, 5),

z klasy *Vaccinio-Piceetea: Dicranum scoparium* (6, 2), *Hylocomium proliferum* (6, 23, 5), *Juniperus communis* L. (15, 20, 29), *Lycopodium clavatum* L. (6), *Holcus mollis* L. (14, 15, 33, 20, 5), *Polytrichum juniperinum* (14, 24),

towarzyszące: *Achillea millefolium* L. (15, 5), *Alnus glutinosa* (L.) Gärtn. (22, 19, 16, 6), *Antennaria dioica* (L.) Gärtn. (4), *Astrantia maior* L. (17), *Athyrium filix-femina* (L.) Roth. (24), *Briza media* L. (15, 10, 28, 16, 5), *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth. (33), *Calluna vulgaris* (L.) Salisb. (5), *Campanula cervicaria* L. (34), *Carex caryophyllea Latourette* (19), *Carlina acaulis* L. (15), *Centaurea scabiosa* L. (15), *Coronilla varia* L. (22), *Dracocephalum Ruyschiana L.* (15), *Epipactis atropurpurea Raf.* (15, 28), *Equisetum hiemale* L. (14), *Equisetum pratense* Ehrh. (14), *Filipendula hexapetala* Gilib. (15, 28, 33, 21, 7), *Frangula alnus* Mill. (14, 15, 29), *Geranium Robertianum* L. (3), *Heracleum sibiricum* L. (11, 18), *Hieracium pilosella* L. (3, 1, 5), *Hieracium* sp. (2), *Hierochloë australis* (Schrad.) Roem. et Schult. (18, 16), *Hypochoeris maculata* L. (12, 9, 16), *Knautia arvensis* (L.) Coult. (34), *Lysimachia vulgaris* L. (19, 23), *Peucedanum palustre* (L.) Moench (20), *Pirus communis* L. (34, 29, 27, 3), *Phleum pratense* L. (18), *Platanthera bifolia* (L.) Rich. (8, 34), *Poa compressa* L. (1), *Prunella grandiflora* Jacq. (22), *Ranunculus acer* L. (1). *Rhodobryum roseum* (14, 13, 27), *Rumex acetosella* L. (3), *Salix cinerea* L. (3), *Trifolium lupinaster* L. (5, 4), *Trifolium repens* L. (1). *Valeriana officinalis* L. (10), *Viola canina* Ruchb. (11, 24, 1), *Urtica dioica* L. (12, 17).



Ryc. 3. *Querceto-Potentilletum albae* w maju 1954 (zdjęcie nr 10). Fot. T. Traczyk.
Querceto-Potentilletum albae en mai 1954 (relevé N⁰ 10).



Ryc. 4. Warstwa ziół w *Querceto-Potentilletum albae* w końcu maja 1954 (zdjęcie nr 10). Fot. T. Traczyk.
Strate herbacée de *Querceto-Potentilletum albae* vers la fin du mai 1954 a. (relevé N⁰ 10).

$$D = \frac{G \cdot S}{100}$$

gdzie $G = \frac{100 \cdot \Sigma g}{\Sigma t}$; $S = \frac{100 \cdot \Sigma g}{z \cdot n}$, zaś Σg jest to suma występowania gatunków w poszczególnej grupie, Σt jest to ogólna suma występowania gatunków (czyli suma Σg), z jest to ilość gatunków w grupie i n ilość zdjęć fitosocjologicznych danego zespołu w tabeli.

Tabela (Tableau) 2
Struktura systematyczno-fitosocjologiczna świetlistej dąbrowy (*Querceto-Potentilletum albae*) w Puszczy Białowieskiej
(Participation de groupes dans le *Querceto-Potentilletum albae* dans la Forêt de Białowieża)

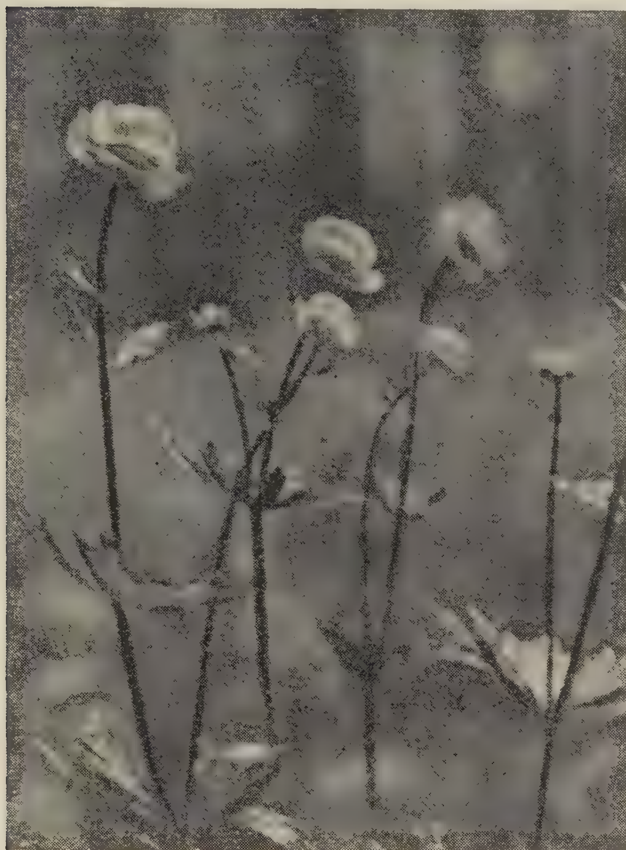
Gatunki charakteryst. Caractéristiques	z	Σg	G	S	D	(n=12)
rzędu (de l'ordre) *Quercetalia pubescentis*	19	163	17,5	71,5	12,5	
rzędu (de l'ordre) *Fagetalia*	16	86	9,2	44,8	4,1	19,4
klasy (de la classe) *Querceto-Fagetea*	15	68	7,3	37,8	2,8	
rzędu (de l'ordre) *Vaccinio-Piceetalia*	6	43	4,6	59,7	2,7	9,4
klasy (de la classe) *Vaccinio-Piceetea*	16	109	11,7	56,8	6,7	
towarzyszące-compagnes	80	464	49,7	48,3	24,0	
	152	933	100,0			

Jak widać z obu tabel w świetlistej dąbrowie na pierwszy plan wysuwa się grupa (19) gatunków z rzędu *Quercetalia pubescentis*. Wśród nich takie jak *Polygonatum odoratum, Ranunculus polyanthemos, Melittis melissophyllum, Trifolium medium, Calamintha vulgaris, Carex montana* i *Lathyrus niger* występują w najwyższej klasie stałości i stanowią podstawę wyróżnienia zespołu. Na uwagę zasługuje *Potentilla alba*, która występuje często i zwykle w większej ilości.

Gatunki grondowe (rząd *Fagetalia* i klasa *Querceto-Fagetea)* mają znaczny udział w tym zbiorowisku. Wśród nich największą stałością wyróżnia się grab, który w krzewach występuje bardzo licznie, dalej *Lathyrus vernus, Daphne mezereum* i *Thalictrum aquilegifolium.*

Z gatunków borowych występują w świetlistej dąbrowie *Hieracium umbellatum, Pteridium aquilinum, Trientalis europaea, Solidago virgaaurea*, a przede wszystkim *Calamagrostis arundinacea. Vaccinium myrtillus* występuje stale, lecz na ogół bardzo nielicznie; w typowych płatach spotyka się tylko pojedyncze okazy.

Wśród gatunków towarzyszących najważniejszy jest dąb szypułkowy *(Quercus robur)*, który występuje zawsze w drzewostanie i runie a często i w krzewach. Sosny właściwie poza drzewostanem prawie nie znajduje-



Ryc. 5. *Trollius europaeus* w *Querceto-Potentilletum albae* w maju 1954 (zdjęcie nr 10). Fot. T. Traczyk.
Trollius europaeus dans le *Querceto-Potentilletum albae* en mai 1954 a. (relevé N⁰ 10)

my. Prawdopodobnie w warunkach naturalnych udział jej byłby większy. Z gatunków runa stałym występowaniem odznaczają się: *Convallaria maialis, Fragaria vesca, Geranium silvaticum, Majanthemum bifolium, Melica nutans, Rubus saxatilis, Serratula tinctoria, Veronica chamaedrys, Aquilegia vulgaris, Betonica officinalis, Melampyrum nemorosum* i *Trollius europaeus.*

Warto zwrócić uwagę, że w runie świetlistej dąbrowy większą rolę niż w innych zespołach grają rośliny baldaszkowe, wargowe i motylkowe. Szczególnie ważny jest udział tych ostatnich ze względu na wzbogacanie gleby w azot.

Wiosną i wczesnym latem płaty dąbrowy przedstawiają bardzo piękny widok, gdyż w lesie bezlistnym lub dopiero listniejącym, a zatem pełnym światła, pojawiają się kolejno masowo kwitnące rośliny: *Stellaria holostea, Potentilla alba, Convallaria maialis* i *Ranunculus polyanthemos.*



Ryc. 6. *Querceto-Potentilletum albae* we wrześniu 1954 (zdjęcie nr 10).
Fot. A. Nespiak.
Querceto-Potentilletum albae en septembre 1954 r. (relevé N⁰ 10).

Najpiękniej jednak wygląda dąbrowa w czasie kwitnienia pełnika *(Trollius europaeus)*, którego wielkie żółte kwiaty unoszą się na wysokich łodygach ponad zielonym runem jak motyle (p. ryc. 5).

Wczesnym latem kwitnie masowo *Melampyrum nemorosum* i *Vicia silvatica;* zauważono, że prawdziwek *(Boletus edulis)* trafia się tu częściej niż gdzie indziej.

W pełni lata nie spotykamy już aspektów jednogatunkowych, lecz raczej pojedynczo kwitnące rośliny, wśród nich wiele ciekawych jak np. *Laserpitium pruthenicum, Peucedanum cervaria, Epipactis atropurpurea, Digitalis grandiflora, Centaurea austriaca, Gladiolus imbricatus* i *Dracocephalum Ruyschiana.*

Przy końcu lata i wczesną jesienią runo świetlistej dąbrowy bywa zwykle częściowo zniszczone — wypasione przez bydło lub zryte przez dziki. Fakt ten obserwowano przez kilka lat.

G l e b y świetlistej dąbrowy należą do typu skrytobielicowych; pod względem składu mechanicznego (p. tabela 3) są to głównie piaski słabo gliniaste, rzadziej gliniaste, zwykle na glinie lub glinie piaszczystej. Przykładowo przytaczam kilka profilów:

Profil glebowy w zdjęciu Nr 9,
Gleba skrytobielicowa,
0 — 10 cm piasek słabogliniasty, słabo próchniczny, jasno-szary; przejście w warstwę następną stopniowe,

10 — 80 cm piasek słabogliniasty, płowy, w dolnej części z gładzonymi kamieniami,
80—100 cm glina piaszczysta ciemnoruda, zwięzła.

Profil glebowy w zdjęciu Nr 11,
Gleba skrytobielicowa,

0 — 5 cm piasek słabogliniasty, jasnoszary, próchniczny,
5 — 70 cm piasek gliniasty, jasnopłowy z licznymi kamieniami,
70 — 80 cm glina ciemnoruda.

Profil glebowy w zdjęciu Nr 12,
Gleba skrytobielicowa,

0 — 10 cm piasek gliniasty, jasnoszary, próchniczny,
10 — 70 cm piasek gliniasty, mocny, jasnopłowy z kamieniami,
70 — 80 cm glina piaszczysta ruda.

Profil glebowy w zdjęciu Nr 26,
Gleba skrytobielicowa,

0 — 8 cm piasek słabogliniasty, szary, próchniczny,
8 — 60 cm piasek gliniasty, płoworudy, z kamieniami,
60 — 80 cm glina ruda z kamieniami.

Pogląd na niektóre własności chemiczne i fizyczne gleby w tym zbiorowisku daje tabela Nr 4. Analizując dane tej tabeli stwierdzamy, że kwasowość aktualna gleby świeżej waha się w warstwach powierzchniowych od 4,8 do 6,0, najczęściej jednak wynosi 5,0; w warstwach głębszych pH wyraźnie wzrasta.

Pojemność sorbcyjna waha się od 7 do 13 mg-równ./100 g gleby w warstwie powierzchniowej; na głębokości 40—50 cm wyraźnie maleje, zaś głębiej przeważnie wzrasta.

Kwasowość hydrolityczna — w warstwie powierzchniowej dość zmienna (3—10 mg-równ. na 100 g gleby) — wyraźnie maleje w głąb profilu. Ilość zasad wymiennych na głębokości 5—10 cm waha się od 1—7 mg-równ./100 g gleby (najczęściej wynosi 3—4), w warstwie pośredniej maleje, a w warstwie głębszej (70—90 cm) waha się w bardzo szerokich granicach.

Jeśli chodzi o cechę tak ważną dla charakterystyki żyzności gleby jak procent nasycenia zasadami, to w warstwie powierzchniowej tego zbiorowiska waha się on od 10 do 60%, przeważnie wynosi jednak 40—50%; na głębokości 40—50 cm nieco maleje, niżej zaś (70—90 cm) wyraźnie wzrasta i wynosi przeważnie 70—80%.

Ilość przyswajalnego fosforu wynosi najczęściej 6—9 mg/100 g w warstwie powierzchniowej, głębiej nieco wzrasta, zaś na głębokości 70—90 cm ilość jego jest zmienna.

W warstwie powierzchniowej ilość wody hygroskopijnej waha się od 0.8—1,6%, zaś ubytek żarzenia od 4,5—7,5% (przeważnie 4.5—5,0%).

Tabela (Tableau) 3

Skład mechaniczny gleb *Querceto-Potentilletum albae* w Puszczy Białowieskiej
Dispersité du sol du *Querceto-Potentilletum albae* dans la Forêt de Białowieża
(d'après la méthode de Cassagrande-Prószyński)

Nr zdj.	Głębokość w cm	Średnica cząstek glebowych w mm						Suma części spław. <0,02
		1—0,1	0,1—0,05	0,05—0,02	0,02—0,006	0,006—0,002	<0,002	
8	5 — 10	75	12	8	3	2	0	5
	ok. 75	84	5	2	3	3	3	9
14	5 — 10	61	15	7	3	2	2	7
	ok. 100	92	3	1	2	1	1	4
15	5 — 10	64	16	13	4	2	1	7
34	5 — 10	62	23	8	4	2	1	7
	ok. 90	80	6	3	5	3	3	11
10	5 — 10	71	12	8	6	2	1	9
	ok. 50	69	12	8	6	3	2	11
	ok. 90	60	9	6	8	6	11	25
28	5 — 10	61	21	9	6	2	1	9
33	5 — 10	55	22	14	6	2	1	9
22	5 — 10	46	27	13	8	4	2	14
	ok. 90	38	13	11	18	12	8	38
11	5 — 10	69	13	8	6	2	2	10
	ok. 50	67	11	7	9	5	1	15
	70 — 80	49	9	8	9	10	15	34
12	5 — 10	67	13	9	6	3	2	11
	ok. 40	61	14	8	9	6	2	17
	7[illegible] — 80	57	13	7	10	8	5	23
9	5 — 10	72	14	6	5	2	1	8
	ok. 50	68	12	7	7	5	1	13
	80 — 90	64	9	4	8	5	10	23
26	5 — 10	75	15	4	4	1	1	6
	ok. 50	70	13	5	7	3	2	12
	ok. 70	53	10	6	11	10	10	31
25	5 — 10	85	11	3	0	1	0	1
	ok. 50	84	7	3	4	1	1	6
	70 — 80	63	11	4	11	8	3	22
31	5 — 10	73	17	4	0	4	2	6
	ok. 70	81	10	2	4	1	2	7
17	5 — 10	50	19	18	8	3	2	13
	ok. 90	31	15	10	19	11	14	44

Tabela (Tableau) 4

Niektóre własności fizyczne i chemiczne gleb *Querceto-Potentilletum albae* w Puszczy Białowieskiej

Quelques propriétés physiques et chimiques des sols du *Querceto-Potentilletum albae* dans la Forêt de Białowieża

Nr zdj.	Głębokość w cm	Woda hygros. w %	Ubytek żarzen. w %	pH wg Yamada	pH wg Wulffa	Pojem. sorb. (w mg-równ./100g gleby)	Kwasow. hydr. (w mg-równ./100g gleby)	Suma zasad (w mg-równ./100g gleby)	Nasycenie w %	P_2O_5 przysw. mg/100g gl
8	5 — 10	0,98	4,26	5,0	5,1	8,29	4,57	3,72	45	8,75
	ok. 75	—	—	5,2	5,1	3,43	1,03	2,40	70	5,63
14	5 — 10	1,47	6,88	4,5	4,3	14,08	10,18	3,90	28	7,50
	ok. 100	—	--	5,0	5,1	2,30	1,14	1,16	50	12,50
15	5 — 10	1,72	6,79	4,7	4,7	10,22	5,50	4,72	46	8,13
34	5 — 10	1,20	5,90	5,0	4,7	10,14	6,46	3,68	36	8,13
	ok. 80	—	—	5,5	—	3,30	0,93	2,37	72	2,50
10	5 — 10	1,14	4,64	5,0	5,1	8,79	4,01	4,78	54	11,88
	ok. 50	—	—	5,2	5,1	2,30	1,89	0,41	18	17,50
	ok. 90	—	—	5,7	5,2	6,17	1,14	5,03	82	8,75
28	5 — 10	1,17	6,00	4,7	4,6	11,13	6,81	4,32	39	8,75
33	5 — 10	0,97	4,52	5,0	4,8	8,22	6,18	2,04	25	5,63
22	5 — 10	0,97	5,44	5,0	5,1	9,17	5,45	3,72	41	9,38
	ok. 90	—	—	6,2	5,2	2,33	0,68	1,65	71	18,75
11	5 — 10	1,01	4,86	5,0	5,0	7,71	4,06	3,65	47	7,50
	ok. 50	—	—	5,3	5,1	2,06	1,59	0,47	23	14,38
	70— 80	—	—	5,3	5,0	10,02	2,36	7,66	76	13,13
12	5 — 10	1,43	6,41	5,0	5,1	9,53	4,12	5,41	57	15,00
	ok. 40	—	—	5,0	5,1	2,54	2,01	0,53	21	13,75
	70— 80	—	—	5,3	5,1	4,56	1,72	2,84	62	7,83
9	5 — 10	1,10	4,60	5,0	5,0	8,43	5,71	2,72	32	6,25
	ok. 50	—	—	5,0	5,2	3,03	3,03	śl.	—	11,25
	80— 90	—	—	5,7	5,1	6,91	1,94	4,97	72	4,38
26	5 — 10	0,86	4,52	5,0	5,1	7,57	3,94	3,63	48	6,25
	ok. 50	—	—	5,5	5,5	7,09	1,19	5,90	83	17,50
	ok. 70	—	—	6,0	5,9	9,96	0,81	9,15	92	20,00
25	5 — 10	1,05	6,33	5,0	4,7	10,15	8,18	1,07	19	6,88
	ok. 50	—	—	5,8	5,2	1,84	0,81	1,03	56	13,75
	70 — 80	—	—	6,2	5,3	3,72	0,69	3,03	81	4,37
31	5 — 10	1,19	7,12	5,8	4,7	12,37	5,38	6,99	57	7,20
	ok. 70	—	—	6,0	5,2	1,43	0,81	0,62	43	12,50
17	5 — 10	1,27	4,94	4,9	5,1	9,85	5,45	4,40	45	7,50
	ok. 90	—	—	5,7	5,2	11,02	2,12	8,90	81	11,25
Średnio	5 — 10	1.108	5,440	4,99	4,87	9,422	5,479	3,868	41,7	8,370
	40 — 50	—	—	5,22	5,18	3.243	1,753	1,390	33,5	14,688
	70 — 90	—	—	5.61	5,20	5,942	1,320	4,622	73,2	10,346

Ogólnie można stwierdzić, że dąbrowa świetlista zajmuje gleby świeże, dość żyzne, choć wyraźnie odwapnione. Zasobność gleby wzrasta stosunkowo szybko w głąb profilu. Brak butwiny, stwierdzony w znacznej większości przypadków, pozwala przypuszczać, że gleby te należą do grupy gleb aktywnych biologicznie, w których procesy humifikacji przebiegają dość szybko.

Stale podkreślaną (nawet w nazwie) cechą dąbrowy jest jej świetlistość spowodowana niezbyt wielkim zwarciem drzewostanu. Fakt ten jest wywołany działalnością gospodarczą człowieka, mianowicie częściowym usunięciem z drzewostanu gatunków szpilkowych. W niektórych przypadkach jedynym śladem po usuniętych drzewach są płytkie doły pozostałe po wydobyciu pniaków dla użytku terpentyniarni.

Drugą formą działalności człowieka mającą istotny wpływ na kształtowanie się tego zbiorowiska jest umiarkowane pasienie, względnie tylko przepędzanie bydła, które oprócz deptania powoduje również nawożenie gleby.

Czynnikiem, którego wpływu nie należy pomijać w rozważaniach nad dąbrową są dziki. One to w poszukiwaniu żołędzi czy siewek dębowych, pędraków i korzeni pewnych roślin zruszają powierzchniowe warstwy gleby. Kto nie obserwował Puszczy w różnych porach roku ten nie może mieć wyobrażenia o powszechności i stałości tego zjawiska.

Z powyższych obserwacji w terenie wynika, że bardzo ważną rolę w powstaniu i rozwoju świetlistej dąbrowy w Puszczy Białowieskiej grają czynniki biotyczne.

Najwięcej płatów dąbrowy świetlistej spotyka się blisko toru kolejowego niedaleko osady Czerlonka. Drugie większe skupienie znajduje się około drogi do Narewki, w okolicach gdzie zaznacza się wpływ osad leżących w głębi Puszczy. Zestawiwszy dane stwierdzamy ogólnie, że zbadane fitocenozy świetlistej dąbrowy skupiają się głównie w nadleśnictwie Zwierzyniec i Hajnówka (po 33,3%), rzadziej w nadleśnictwie Leśna (25%) i Starzyna (8,3%). W innych nadleśnictwach Puszczy Białowieskiej dąbrowy nie znaleziono.

Stanowisko systematyczne. Na podstawie szerokiego porównania florystycznego stwierdzono (A. i W. Matuszkiewiczowie, w rękopisie), że świetlista dąbrowa w Puszczy Białowieskiej należy niewątpliwie do zespołu *Querceto-Potentilletum albae* (Libbert, 1933) Knapp 1942 ze związku *Quercion pubescentis-sessiliflorae* Braun-Blanquet, 1932, rzędu *Quercetalia pubescentis-sessiliflorae* Braun-Blanquet 1932.

W ramach tego zespołu zbiorowisko białowieskie wykazuje znaczną odrębność, tak że uzasadnione jest wyróżnienie go jako podzespołu. Za gatunki wyróżniające uznać można:

Geranium silvaticum
Trollius europaeus
Centaurea austriaca
Vicia silvatica
Gladiolus imbricatus
Aquilegia vulgaris
Angelica silvestris
Picea excelsa
Potentilla erecta
Succisa pratensis
Trientalis europaea

Jako nazwę dla nowo wyróżnionego podzespołu proponuję *Querceto-Potentilletum albae trollietosum.*

5. *PINETO-QUERCETUM* KOZŁOWSKA 1925 BÓR MIESZANY

Część badanych fitocenoz (19) na podstawie listy florystycznej i metod statystycznych zaliczono do boru mieszanego. Należy jednak podkreślić, że nie są to typowe formy boru, lecz raczej pośrednie między borem mieszanym a świetlistą dąbrową. Wyjątek stanowi 5 zdjęć (numery 1, 2, 3, 4 i 5) z *Quercus sessilis,* które mają wyraźnie borowy charakter.

F i z j o n o m i a z e s p o ł u. Fizjonomicznie fitocenozy boru mieszanego różnią się od świetlistej dąbrowy nieco większym zwarciem drzewostanu (średnio 67%). W drzewostanie tym panuje co prawda, podobnie jak w dąbrowie, dąb szypułkowy *(Quercus robur)* (z wyjątkiem w/w 5 zdjęć), ale sosna i świerk są stałymi składnikami. Oprócz nich występują jeszcze często obie brzozy (*Betula pubescens* i *Betula verrucosa),* osika a bardzo rzadko iwa, grab i olcha. Łącznie występuje w tym zbiorowisku 11 gatunków drzew.

Może najbardziej charakterystyczna jest tu warstwa krzewów, dość zwarta (średnio 50%) i bogata w gatunki (19). Dużą rolę gra w niej obok graba świerk (p. ryc. 7). Często występuje brzoza brodawkowata i omszona, osika, jarzębina oraz dąb szypułkowy; klon, leszczyna, jabłoń i trzmielina brodawkowata trafiają się rzadziej.

Runo w płatach omawianej postaci boru mieszanego jest dość zwarte (średnio 61%) i bogate w gatunki. W porównaniu z świetlistą dąbrową elementy eutroficzne schodzą tutaj na plan dalszy wobec elementów borowych. Stale i obficie występuje tu borówka czernica, która nadaje warstwie runa swoisty wygląd. Mchy występują w omawianym zbiorowisku dość często, lecz niezbyt obficie, najpospolitszymi gatunkami są *Entodon Schreberi* i *Polytrichum attenuatum.*

W składzie florystycznym tej postaci boru mieszanego wśród różnych gatunków borowych największe znaczenie dla wyróżnienia mają gatunki charakterystyczne rzędu *Vaccinio-Piceetalia,* które występują z wielką stałością jak np. *Picea excelsa* we wszystkich warstwach, w runie zaś *Pirola secunda* a przede wszystkim *Vaccinium myrtillus* i *Vaccinium vitis-idaea* (ten ostatni gatunek z mniejszą stałością). W zbiorowisku tym występuje duża ilość gatunków grondowych (z klasy *Querceto-Fagetea* 15,



Ryc. 7. *Pineto-Quercetum* w początku maja 1954 (zdjęcie nr 21). Fot. J. Mądalski.
Pineto-Quercetum en mai 1954 a. (relevé N⁰ 21).

z rzędu *Fagetalia* 21), a przede wszystkim z rzędu *Quercetalia pubescentis-sessiliflorae* (21). Niektóre z nich są nawet stałymi składnikami, jak np. *Melittis melissophyllum, Polygonatum odoratum* i *Ranunculus polyanthemos*. Jednak po obliczeniu systematycznych wartości dla różnych grup (p. tabela 5) stwierdzamy, że gatunki borowe w omawianym zbiorowisku przeważają nad gatunkami lasów liściastych.

Tabela (Tableau) 5
Struktura systematyczno-fitosocjologiczna boru mieszanego (*Pineto-Quercetum*) w Puszczy Białowieskiej
(Participation de groupes dans le *Pineto-Quercetum* dans la forêt de Białowieża)

Gatunki charakterystyczne—Caractérist.	z	Σg	G	S	D	(n = 19)
rzędu (de l'ordre) *Vaccinio-Piceetalia*	8	104	8,1	68,4	5,5	14,6
klasy (de la classe) *Vaccinio-Piceetea*	21	217	16,8	54,4	9,1	
rzędu (de l'ordre) *Quercetalia pubesc.*	21	165	12,8	41,4	5,3	
rzędu (de l'ordre) *Fagetalia*	20	126	9,8	33,2	3,3	9,9
klasy (de la classe) *Querceto-Fagetea*	15	70	5,4	24,5	1,3	
towarzyszące—compagnes	91	606	47,1	35,0	16,5	
	176	1288	100,0			

Na podstawie analizy składu florystycznego zaliczyłam ten bór mieszany do zespołu *Pineto-Quercetum* Kozłowska 1925 ze związku *Vaccinio-Piceion* rzędu *Vaccinio-Piceetalia*. Największe podobieństwo wykazuje on ze zbiorowiskiem opisanym z Białowieskiego Parku Narodowego przez Matuszkiewicza (1952) jako *Querceto-Betuletum serratuletosum*, które wg nowszych poglądów (Matuszkiewicz, Polakowska 1955) należy również do zespołu *Pineto-Quercetum*.

Gleby omawianej postaci boru mieszanego należą do typu słabobielicowych, rzadziej skrytobielicowych. Posiadają one warstwę butwiny grubości od 1 do 5 cm. Pod względem składu mechanicznego (p. tabela 6) są to piaski luźne lub piaski słabogliniaste głębokie. Glina w warstwach 70—100 cm trafia się rzadko, np. w zdjęciach Nr 7, 13 i 18. W tych przypadkach chodzi o fitocenozy wyraźnie przejściowe w stosunku do świetlistej dąbrowy, przy tym zwykle wyraźnie zniekształcone. Można przypuszczać, że przesunięcie w kierunku boru mieszanego jest tu następstwem degradacji siedliska.

Dla przykładu przytaczam kilka profilów glebowych:

Profil glebowy w zdjęciu Nr 3,
Gleba słabo zbielicowana,
1 cm ścioły przeważnie szpilkowej.

0 — 5 cm butwina,
5 — 15 cm piasek słabogliniasty, próchniczny, szary,
15—100 cm piasek słabogliniasty, płowy, na głębokości 30—50 cm warstwa kamieni o średnicy do 10 cm,
100—150 cm piasek luźny, żwirowaty, rudy.

Profil glebowy w zdjęciu Nr 4,
Gleba słabo zbielicowana.

0 — 5 cm butwina,
5 — 15 cm piasek słabogliniasty, próchniczny, szaropłowy,
15 — 95 cm piasek luźny, płowy.

Profil glebowy w zdjęciu Nr 21,
Gleba słabobielicowa.

0 — 3 cm butwina,
3 — 15 cm piasek luźny, próchniczny, jasnoszary,
15—100 cm piasek luźny, żółty.

Profil glebowy w zdjęciu Nr 23,
Gleba słabobielicowa,
2 cm ścioły liściasto-szpilkowej.

0 — 2 cm butwina,
2 — 15 cm piasek luźny, próchniczny, jasnoszary,
15 — 70 cm piasek słaboglinasty, płowy, z licznymi kamieniami ku dołowi,
70 — 80 cm piasek gliniasty, jasnopłowy.

Tabela (Tableau) 6.

Skład mechaniczny gleb *Pineto-Quercetum* w Puszczy Białowieskiej
Dispersité des sols du *Pineto-Quercetum* dans la Forêt de Białowieża
(d'après la méthode de Cassagrande-Prószyński)

Nr zdj.	Głębokość w cm	Średnica cząstek glebowych w mm						Suma części spław. < 0,02
		1—0,1	0,1—0,05	0,05—0,02	0,02 —0,006	0,006 —0,002	< 0,002	
19	5 — 10	56	22	12	3	2	5	10
18	5 — 10	65	17	10	5	2	1	8
	ok. 70	42	15	9	12	8	14	34
16	5 — 10	63	21	9	4	2	1	7
13	5 — 10	50	33	8	4	3	2	9
	ok. 40	62	16	10	7	3	2	12
	ok. 80	53	20	4	8	6	9	23
20	5 — 10	68	17	8	4	2	1	7
	ok. 50	67	13	7	7	4	2	13
21	5 — 10	70	23	3	3	0	1	4
	ok. 100	94	4	0	1	0	1	2
7	5 — 10	69	16	9	3	2	1	6
	ok. 90	52	20	2	8	6	12	26
6	5 — 10	74	19	4	1	1	1	3
	ok. 75	83	12	2	1	1	1	3
23	5 — 10	68	24	4	2	1	1	4
	ok. 80	65	15	10	5	4	1	10
30	5 — 10	78	15	3	2	1	1	4
	ok. 60	87	11	0	1	0,5	0,5	2
29	5 — 10	82	12	3	2	0	1	3
	ok. 70	73	13	4	6	3	1	10
32	5 — 10	81	13	2	0	3	1	4
27	5 — 10	62	21	5	7	3	2	12
24	5 — 10	58	32	5	4	1	0	5
3	5 — 10	71	16	7	3	2	1	6
	ok. 150	93	2	0	2	2	1	5
2	5 — 10	73	9	6	5	3	2	10
	ok. 80	86	9	1	2	1	1	4
1	5 — 10	83	12	2	1	1	1	3
	ok. 80	74	14	6	4	1	1	6
5	5 — 10	62	31	4	0	2	1	3
	ok. 75	73	12	7	4	2	2	8
4	5 — 10	78	11	4	4	1	2	7
	ok. 80	81	15	2	0	1	1	2

Tabela (Tableau) 7.

Niektóre własności fizyczne i chemiczne gleb *Pineto-Quercetum* Puszczy Białowieskiej
Quelques propriétés physiques et chimiques des sols du *Pineto-Quercetum* dans la Forêt de Białowieża

Nr zdj.	Głębokość w cm	Woda hygros. w %	Ubytek żarzen. w %	pH wg Yamada	pH wg Wulffa	Pojem. sorb.	Kwasow. hydrol.	Suma zasad	Nasycenie w %	P_2O_5 przysw. mg/100g gl.
						w mg-równ./100g gleby				
18	5 — 10	1,16	5,79	4,7	4,8	17,31	1,09	16,22	94	46,90
	ok. 70	—	—	5,7	5,1	8,20	2,29	5,91	72	3 12
19	5 — 10	1,16	6,60	4,7	4,1	10,19	9,04	1,15	11	3,75
16	5 — 10	1,51	6,37	4,7	4,7	11,76	6,98	4,78	41	9,38
13	5 — 10	1,66	6,88	4,8	4,8	10,93	7,45	3,48	32	11,25
	ok. 40	—	—	5,2	5,2	1.98	1,14	0,84	42	4,16
	ok. 80	—	—	6,0	5,2	6,85	2,01	4,84	71	5,94
20	5 — 10	0,97	5,17	4,7	4,3	8,13	7,04	1,09	13	5,95
	ok. 50	—	—	5,3	5,1	7,68	1,78	5,90	77	7,52
21	5 — 10	0,89	4,93	4,5	4,5	9,47	4,75	4,72	50	11,25
	ok. 100	—	—	5,5	5,1	1,03	0,19	0,84	82	3,12
7	5 — 10	1,29	6,58	4,7	4,7	10,90	7,12	3,78	35	9,38
	ok. 90	—	—	5,0	4,7	8,81	3,03	5,78	66	3,12
6	5 — 10	0,98	5,45	4,7	4,7	10,65	6,12	4,53	43	5,00
	ok. 75	—	—	5,0	5,1	2,63	1,66	0,97	37	11,88
23	5 — 10	0,88	5,33	4,7	4,3	7,57	6,35	1,22	16	5,94
	ok. 80	—	—	5,3	5,1	1,74	1,59	0,15	9	11,25
30	5 — 10	0,83	4,56	5,0	4,5	7,99	6,01	1,98	25	4,69
	ok. 60	—	—	5,5	5,1	1,24	1,24	śl.	—	11,72
29	5 — 10	0,86	4,92	5,0	4,8	7,08	4,98	2,10	30	5,41
	ok. 70	—	—	5,7	5,2	1,69	0,81	0,88	52	5,00
32	5 — 10	0,85	5,11	4,7	4,5	8,30	5,61	2,69	32	6,88
27	5 — 10	1,08	6,22	4,7	4,4	13,91	8,13	4,78	34	4,38
24	5 — 10	1,43	7,64	4,7	4,5	9,65	7,43	2,22	23	13,75
3	5 — 10	0,98	4,59	4,5	4,4	7,73	6,57	1,16	15	4,69
	ok. 150	—	—	5,7	5,3	3,84	0,81	3,03	79	3,12
2	5 — 10	0,93	4,63	—	4,1	8,70	6,79	1,91	22	5,95
	ok. 80	—	—	—	5,2	1,84	0,81	1,03	56	14,38
1	5 — 10	0,70	3,47	4,7	4,5	6,25	3,09	3,16	51	5,32
	ok. 80	—	—	—	5,1	1,41	1,19	0,22	16	8,44
5	5 — 10	0,95	4,57	4,7	4,7	6,97	4,75	2,22	32	6,90
	ok. 75	—	—	5,0	5,1	2,33	1,49	0,84	36	4,69
4	5 — 10	0,71	3,48	4,7	4,2	6,05	5,15	0,90	15	5,63
	ok. 80	—	—	—	5,1	1,15	0,81	0,34	30	5,32
Średnio	5 — 10	1,037	5,361	4,70	4,43	9,013	6,295	2,609	28.9	6.972
	40 — 60	—	—	5,32	5,13	3,633	1,387	2,247	39,7	7,800
	70 — 100	—	—	5,27	5,18	3,029	1,309	1,720	48,5	7,616

Dane odnoszące się do niektórych własności fizycznych i chemicznych gleb tego zbiorowiska zestawiono w tabeli Nr 7.

Możemy zauważyć, że kwasowość aktualna w warstwie powierzchniowej wynosi przeważnie 4,7 wahając się od 4,1 do 4,8, w głąb profilu maleje jednak i na głębokości 70—100 cm wynosi przeważnie 5,1—5,2.

Pojemność sorbcyjna waha się w warstwie powierzchniowej od 6—14 miligram-równoważników/100 g gleby, zaś w niższych warstwach wyraźnie maleje. Kwasowość hydrolityczna w górnej warstwie wahając się od 3—10 mg-równ./100 g gleby przeważa w klasie 6—7, w niższych warstwach bardzo znacznie maleje. Ilość zasad wymiennych w warstwie 5—10 cm przeważnie mała — 1 do 2 mg-równ./100 g gleby (wahania od 0—5), w głąb profilu jeszcze maleje.

Procent nasycenia zasadami na ogół wynosi w warstwie powierzchniowej 30—40% (waha się od 10—60%), w niższych poziomach raczej nieco wzrasta.

Ilość fosforu niezbyt duża — nie zmienia się w głąb profilu. Ilość wody hygroskopijnej waha się od 0,6—1,8% z przewagą w klasie 0,8—1,0%, zaś ubytek żarzenia wynosi przeważnie 4,5—5,0% z wahaniem od 4,5—8,0%.

Z powyższych danych a zwłaszcza pomiarów kwasowości aktualnej można wnioskować, że w fitocenozach boru mieszanego zachodzi w warstwach powierzchniowych proces bielicowania. Jest on tutaj wyraźnie dalej posunięty niż w glebach świetlistej dąbrowy. Sprzyja temu gruboziarnistość głębszych warstw profilu.

Rozmieszczenie fitocenoz omawianej postaci boru mieszanego jest znacznie szersze niż świetlistej dąbrowy. Spotyka się je rozrzucone po całej Puszczy, jednak najczęściej w nadleśnictwie Hajnówka i Zwierzyniec. Najlepiej wykształcone płaty tego zespołu spotykamy w oddziele 312 i 279 nadleśnictwa Zwierzyniec po obu stronach drogi do Narewki.

6. TENDENCJE ROZWOJOWE DĄBRÓW BIAŁOWIESKICH

Fitocenozy „dąbrów suchszych" Paczoskiego (l. c.) tworzą szereg od form należących niewątpliwie do dąbrowy świetlistej — *Querceto-Potentilletum albae*, niekiedy nawet z odchyleniem do grondów, przez formy przejściowe do form typowego boru mieszanego *Pineto-Quercetum*. Zastanawiając się nad zmianami fizjonomii, składu florystycznego i środowiska zachodzącymi w tym szeregu możemy wysnuć pewne wnioski odnośnie do tendencji rozwojowych dąbrów białowieskich.

Zmiany fizjonomiczne dotyczą różnic w strukturze drzewostanu i warstwy krzewów w typowych fitocenozach jednego i drugiego zbiorowiska. Podczas, gdy w drzewostanie dąbrowy spotykamy dość często graba

a świerk występuje rzadko i w niewielkiej ilości — to w borze mieszanym grab pojawia się zupełnie wyjątkowo, świerk zaś jest obok sosny i dębu składnikiem stałym budującym drzewostan. Jeszcze jaskrawsze różnice występują w warstwie krzewów, gdyż tu mniej zaznacza się wpływ gospodarki; w naszym szeregu w miarę jak grab traci na znaczeniu — wzrasta ogromnie udział świerka i osiki w tej warstwie.

Bliskie pokrewieństwo florystyczne obu wymienionych zbiorowisk stwierdzono po obliczeniu współczynników podobieństwa dla zdjęć reprezentujących je. Podobieństwo to waha się od 28—77% z tym, że na 1156 współczynników tylko 109 jest mniejszych od 50%, co stanowi 9,43% całości. Podobieństwo to przejawia się obustronnym przenikaniem gatunków charakterystycznych. Z jednej strony w fitocenozach świetlistej dąbrowy pojawiają się jako stałe składniki — elementy klasy *Vaccinio-Piceetea* (np.: *Trientalis europaea, Vaccinium myrtillus, Hieracium umbellatum, Pteridium aquilinum, Calamagrostis arundinacea* i *Solidago virga-aurea)*, z drugiej zaś w omawianej postaci boru mieszanego występują jeszcze elementy z rzędu *Quercetalia pubescentis* (jak np.: *Melittis melissophyllum, Polygonatum odoratum, Ranunculus polyanthemos* i inne). W szeregu tym zatem różnice florystyczne między sąsiednimi ogniwami mają charakter ilościowy, jedynie między początkowymi ogniwami — fitocenozy typowej dąbrowy świetlistej (grupa zdjęć: 34, 10 itd. aż do 25 i 31) — a końcowymi ogniwami, które stanowią fitocenozy typowego boru mieszanego (zdjęcia: 4, 5, 1, 2 i 3) zachodzi jakościowa florystyczna różnica. Diagram C z e k a n o w s k i e g o (Ryc. 1) daje graficzne potwierdzenie naszego wniosku.

Ten szereg ilościowych zmian florystycznych możemy zilustrować na przykładzie wzrostu ilości elementów borowych (p. tabela 1) a przede wszystkim borówki czernicy — *Vaccinium myrtillus* — która występuje we wszystkich płatach bez wyjątku tylko jej udział ilościowy wzrasta ogromnie w borze mieszanym.

Analizując dane siedliskowe w omawianym szeregu znajdujemy uzasadnienie dla zmieniających się stosunków florystycznych. Różnice między zbiorowiskami stwierdzono już w typie gleby. Podczas gdy w świetlistej dąbrowie przeważa typ gleby skrytobielicowej — w borze mieszanym przeważa typ gleby słabobielicowej.

Butwina, która jest czynnikiem zakwaszającym powierzchniowe warstwy gleby nie występuje w profilach glebowych świetlistej dąbrowy wcale, lub co najwyżej w cienkiej warstwie, w borze mieszanym zaś zalega kilkucentymetrową warstwą (1—5 cm). W związku z tym kwasowość aktualna świeżej gleby w warstwie powierzchniowej jest w borze mieszanym większa (pH mniejsze).

Pojemność sorbcyjna — podobna w warstwie powierzchniowej w obu zbiorowiskach — w niższych warstwach jednak w borze mieszanym maleje wyraźnie.

Kwasowość hydrolityczna w górnej warstwie jest większa w borze mieszanym. Ilość zasad wymiennych jest w tym zbiorowisku tak w górnej jak i w głębszej warstwie wyraźnie niższa niż w dąbrowie świetlistej. Wielkie różnice na niekorzyść boru mieszanego widzimy również w procencie nasycenia zasadami w górnym i najgłębszym poziomie. Ilość przyswajalnego fosforu w warstwie próchnicznej jest w tym zbiorowisku na ogół niższa, a w głębszych warstwach różnica ta jeszcze wzrasta.

W składzie mechanicznym głębszych warstw są również duże różnice między obu zbiorowiskami — w dąbrowie świetlistej zwykle warstwa ta zawiera większą ilość części spławialnych (p. tabela 3 i 6).

Z wyników pomiaru niektórych czynników glebowych oraz morfologii profilu możemy wnioskować, że proces bielicowania jest dalej posunięty w fitocenozach boru mieszanego aniżeli w dąbrowie świetlistej.

Na podstawie powyższych faktów możemy przypuszczać, że w Puszczy Białowieskiej fitocenozy świetlistej dąbrowy na skutek ubożenia siedliska wywołanego różnymi przyczynami wykazują tendencję do przemiany w bór mieszany. W przypadku płatów występujących na glebach grubiej ziarnistych proces ten jest dalej posunięty i zbiorowisko osiąga postać dość typową dla boru mieszanego. Natomiast, gdy w podłożu występuje glina, tempo zmian jest znacznie powolniejsze i zbiorowisko zachowuje dłużej postać dąbrowy świetlistej. W tych warunkach spotykamy nieraz płaty w takim stadium rozwoju sukcesji, że trudno jest zadecydować o ich przynależności systematycznej. Jaskrawym przykładem może być zdjęcie Nr 18, które jak wynika z wartości jego współczynników podobieństwa (p. ryc. 1) nawiązuje równie silnie do *Querceto-Potentilletum albae* jak i do *Pineto-Quercetum.* Zaliczono je do tego ostatniego zespołu dla tego, że elementy borowe w runie wykazują większy walor dynamiczny (większa liczebność i lepsza żywotność).

Zbiorowiska typu świetlistej dąbrowy wykazują na ogół duże pokrewieństwo florystyczne z grondami wysokimi. Szczególnie na glebach o podłożu gliniastym, gdzie proces borowienia przebiega powoli, spotykamy niekiedy płaty z gęstym podrostem grabowym, co do których można przypuszczać, że w najbliższej przyszłości przejdą w grond wysoki. Przykładami takich płatów mogą być zdjęcia Nr 9, 17 i 22. W tych przypadkach wydaje się jakby głównym czynnikiem utrzymującym zbiorowisko w typie zespołu *Querceto-Potentilletum albae* było sztuczne przerzedzenie drzewostanu powodujące poprawę warunków świetlnych.

Różnorodne zjawiska związane ze strukturą i ekologią świetlistej dąbrowy w Puszczy Białowieskiej można zrozumieć, jeśli je ujmiemy

w aspekcie historycznym. Wyniki badań nad tym zbiorowiskiem zdają się potwierdzać słuszność poglądu Paczoskiego na „dąbrowę suchszą" jako zbiorowisko reliktowe z okresu postglacjalnego optimum klimatycznego (por. Szafer 1952). Odnosi się to jednak w Puszczy Białowieskiej tylko do typu tego zbiorowiska a nie do konkretnych fitocenoz. Te ostatnie, jak to wynika z analizy ich rozmieszczenia oraz analizy florystycznej i siedliskowej są utworami sztucznymi — antropogenicznymi i pozostawione same sobie zmieniają się w kierunku boru mieszanego, a w pewnych przypadkach — grondu wysokiego. Można by zatem, analogicznie do gatunków pseudoreliktowych rozszerzających współcześnie swoje zasięgi na sztucznie utworzone siedliska, określić świetlistą dąbrowę w Puszczy Białowieskiej jako zbiorowisko pseudoreliktowe.

SPIS ZDJĘĆ FITOSOCJOLOGICZNYCH

1. Nadl. Hajnówka, oddz. 244 c, naroże SW. 23.VIII.1951.
2. Nadl. Hajnówka, oddz. 272 a, z naroża NW ok. 350 m na S i nieco w głąb oddziału. 23.VIII.1951.
3. Nadl. Hajnówka, oddz. 272 d, nieco na N od składu drzewa. 24.VIII.1951.
4. Nadl. Hajnówka, oddz. 272 c, z naroża SW ok. 190 m na N i tuż obok linii na E. 24.VIII.1951.
5. Nadl. Hajnówka, oddz. 303 a, w narożu NW, młody ok. 30-letni las z pojedynczymi starszymi drzewami. 25.VIII.1951.
6. Nadl. Hajnówka, oddz. 330 b, z naroża NE ok. 200 m na S i tuż obok linii 330/331. 25.VIII.1951.
7. Nadl. Hajnówka, oddz. 415 b, od linii 415/416 wzdłuż toru kolejowego ok. 100 m na NW i ok. 20 m na N od toru. 25.VIII.1951.
8. Nadl. Hajnówka, oddz. 417 f, od słupa 1/2 oddz. ok. 75 m na E i ok. 50 m na N od toru kol. 25.VIII.1951, 28.V.1952 i 4.VII.1952.
9. Nadl. Leśna, oddz. 443 c, z naroża SW ok. 100 m na E i ok. 125 m na N. 27.VIII.1951, 28.V.1952 i 4.VII.1952.
10. Nadl. Hajnówka, oddz. 417 f, od linii 417/443 wzdłuż toru ok. 180 m na NW i ok. 20 m na N. 27.VIII.1951, 28.V.1952 i 4.VII.1952.
11. Nadl Hajnówka, oddz. 443 c, od linii 417/443 wzdłuż toru ok. 400 m na SE i ok. 60 m na N. 27.VIII.1951, 28.V.1952 i 4.VII.1952.
12. Nadl. Hajnówka, oddz. 443 d, od linii 443/444 wzdłuż toru ok. 360 m na NW i tuż na N w głąb. 27.VIII.1951, 28.V.1952 i 4.VII.1952.
13. Nadl. Zwierzyniec, oddz. 471 d, od słupa 1/2-oddziałowego ok. 15 m na S i tuż na W od linii 471/472. 28.VIII.1951.
14. Nadl. Zwierzyniec, oddz. 445 a, od granicy rezerwatu drogą do Czerlonki ok 240 m na S i ok. 50 m na E od drogi. 28.VIII.1951.
15. Nadl. Zwierzyniec, oddz. 447 b, od linii 447/448 szosą ok. 20 m na W i tuż na S od szosy. 28.VIII.1951.
16. Nadl. Narewka, oddz. 186 d, przy linii 186/218 tuż na NE od słupa 1/2-oddziałowego. 29.VIII.1951.
17. Nadl. Zwierzyniec, oddz. 251 d, z naroża SE ok. 90 m na W i ok. 55 m na N. 29.VIII.1951, 29.V.1952 i 5.VII.1952.

18. Nadl. Zwierzyniec, oddz. 251 d, z naroża SE ok. 360 m na W i ok. 20 m na N. 30.VIII.1951, 29.V.1952 i 5.VII.1952.
19. Nadl. Zwierzyniec, oddz. 279 b, w S-części naroża ściętego przez drogę narewkoską. 30.VIII.1951, 29.V.1952 i 5.VII.1952.
20. Nadl. Zwierzyniec, oddz. 312 a, od linii 311/312 drogą narewkoską ok. 90 m na SE i tuż na W od drogi. 30.VIII.1951, 29.V.1952 i 5.VII.1952.
21. Nadl. Zwierzyniec, oddz. 312 c, od linii 312/338 drogą narewkoską ok. 60 m na N i ok. 30 m na W od drogi. 30.VIII.1951, 29.V.1952 i 5.VII.1952.
22. Nadl. Hajnówka, oddz. 417 f, od toru kol. linią 417/443 ok. 160 m na N i ok. 20 m na W. 31.VIII.1951, 28.V.1952 i 4.VII.1952.
23. Nadl. Białowieża, oddz. 496 a, od 1/2 — linii 495/496 ok. 60 m na N i ok. 20 m na E. 3.IX.1951.
24. Nadl. Leśna, oddz. 414 b, z naroża NE ok. 320 m na W i tuż na S od linii. 6.IX.1951.
25. Nadl. Leśna, oddz. 467 a, od 1/2-linii 466/467 ok. 50 m na N i tuż na E od linii. 6.IX.1951, 28.V.1952 i 4.VII.1952.
26. Nadl. Leśna, oddz. 467 a, z naroża NW ok. 230 m na E i tuż na S od linii. 6.IX.1951, 28.V.1952 i 4.VII.1952.
27. Nadl. Narewka, oddz. 76 b, ze środka oddziału 1/2-linią a/b ok. 230 m na N i tuż na E. 10.IX.1951.
28. Nadl. Zwierzyniec, oddz. 217 a i b, ze środka oddziału 1/2-linią ok. 150 m na N. 10.IX.1951, 29.V.1952 i 5.VII.1952.
29. Nadl. Starzyna, oddz. 697 d, z naroża SE ok. 100 m na N i tuż na W od linii. 11.IX.1951.
30. Nadl. Starzyna, oddz. 730 a, z naroża NW ok. 100 m na E i ok. 180 m w głąb oddziału na SE. 11.IX.1951.
31. Nadl. Starzyna, oddz. 665 a, w N-części pododdziału a. 11.IX.1951.
32. Nadl. Starzyna, oddz. 633 c, 11.IX.1951.
33. Nadl. Zwierzyniec, oddz. 249 c, ze środka oddziału 1/2-linią c/d ok. 100 m na S i tuż na W i E od tejże półlinii. 12.IX.1951, 29.V.1952 i 5.VII.1952.
34. Nadl. Zwierzyniec, oddz. 250 a, ze środka oddziału 1/2-linią a/b ok. 200 m na N i ok. 100 m na W. 12.IX.1951, 29.V.1952 i 5.VII.1952.

STRESZCZENIE

Celem pracy było wyjaśnienie stanowiska systematycznego fitocenoz lasu dębowego w Puszczy Białowieskiej określanych przez P a c z o s k i e g o (1926, 1930) jako „suchsze dąbrowy" oraz zbadanie ich tendencji rozwojowych.

1. 34 płaty odpowiadające „dąbrowom suchszym" podzielono na dwie grupy: świetlistą dąbrowę i bór mieszany.

2. Na podstawie porównania florystycznego zaliczono świetlistą dąbrowę z Puszczy Białowieskiej do zespołu *Querceto-Potentilletum albae* (L i b b e r t 1933) K n a p p 1942 ze związku *Quercion pubescentis-sessiliflorae* B r a u n - B l a n q u e t 1932.

3. Ze względu na odrębność zbiorowiska białowieskiego uznano je za nowy podzespół: *Querceto-Potentilletum albae trollietosum*.

4. Swoista struktura tego zbiorowiska jest wynikiem gospodarki, a mianowicie przerąbania gatunków iglastych oraz pasienia lub przepędzania bydła.

5. Większość badanych płatów zaliczono do boru mieszanego należącego do zespołu *Pineto-Quercetum* Kozłowska 1925 ze związku *Vaccinio-Piceion* Braun - Blanquet (1938 n. n.) 1939, pomimo że są one w wielu przypadkach odchylone znacznie ku *Querceto-Potentilletum albae.*

6. Fitocenozy „dąbrów suchszych" w Puszczy Białowieskiej tworzą szereg od form typowych *Querceto-Potentilletum albae* do form typowych *Pineto-Quercetum* połączonych postaciami przejściowymi.

7. W szeregu tym maleje udział elementów klasy *Querceto-Fagetea* a rośnie znaczenie gatunków klasy *Vaccinio-Piceetea.*

8. Zmianom florystycznym odpowiadają w tym szeregu zmiany siedliskowe, czego dowodem są różnice w kwasowości, obecności butwiny, typie gleby itp., z których można wywnioskować, że proces bielicowania jest dalej posunięty w fitocenozach *Pineto-Quercetum* niż w *Querceto-Potentilletum albae.*

9. Z powyższych przesłanek wyprowadzono wniosek, że fitocenozy *Querceto-Potentilletum albae* w Puszczy Białowieskiej na skutek ubożenia siedliska mają tendencję do przemiany w *Pineto-Quercetum* — im bardziej gruboziarnista jest gleba i podglebie tym bardziej zaawansowany jest ten proces.

10. Na glebach o podglebiu gliniastym zdarza się, że fitocenozy *Querceto-Potentilletum albae* mają tendencję do przejścia w suchszą formę *Querceto-Carpinetum*, a utrzymanie typu pierwszego zespołu zawdzięczają one jedynie działalności człowieka.

11. Wyniki pracy wskazują na to, że jakkolwiek świetlista dąbrowa jest jako typ zbiorowiskiem reliktowym, jednak jej konkretne fitocenozy w Puszczy Białowieskiej — jako zbiorowiska antropogeniczne i nietrwałe — nie mają charakteru reliktowego. Można by jedynie — analogicznie do gatunków pseudoreliktowych — nazwać nasze zbiorowisko pseudoreliktowym.

Zakład Ekologii
P. A. N.
Dział Fitosocjologii

(Wpłynęło dn. 5.I.1955 r.)

RÉSUMÉ

Ce travail a été effectué dans la but d'expliquer la position systématique de phytocénoses de la forêt de chênes de Białowieża et que Paczoski (1926, 1930) considère comme „les chênaies séches", ainsi que d'étudier les tendences de leur développement.

Méthodes

Dans les terrains prospectés on a fait les relevés phytosociologique et une étude de base du sol. Les traveaux de la laboratoire consistaient à déterminer quelques propriétés physiques et chimiques du sol (tableaux 3, 4, 6 et 7), à faire élaboration floristique et physiociologique des groupements végétaux et à les comparer en s'appuyant sur les méthodes statistiques dans le but d'obtenir l'image graphique de leur ressemblance réciproque.

Résultats

Après avoir fait l'analyse floristque et phytosociologique en se servant des méthodes statistiques on a divisé 34 relevés des „chênaies séches" de Paczoski en 2 groupes: La chênaie éclaircie et la forêt mélangée.

En s'appuyant sur la comparaison floristique on a classé (Matuszkiewicz A., Matuszkiewicz W. en manuscript) la chênaie éclaircie de la forêt de Białowieża à l'association *Querceto-Potentilletum albae* (Libbert 1933) Knapp 1942 de l'alliance *Quercion pubescentis-sessiliflorae* Br.-Bl. 1932. En raison du caractère fort différent de ce groupement végétal on l'avait reconnu comme une nouvelle sous-association — *Querceto-Potentilletum albae trollietosum* avec des espèces différentielles suivantes:

Angelica silvestris
Aquilegia vulgaris
Centaurea austriaca
Geranium silvaticum
Gladiolus imbricatus
Picea excelsa
Potentilla erecta
Succisa pratensis
Trientalis europaea
Trollius europaeus
Vicia silvatica

Querceto-Potentilletum albae de la forêt de Białowieża est une forêt mélangée, relativement peu dense où domine *Quercus robur*. La strate arbustive n'est pas égale, avec la préponderance des espèces de la classe *Querceto-Fagetea* et plus particulièrement de *Carpinus betulus*. La liste floristique est représentée au tableau N⁰ 1. Le tableau 2, où figurent les valeurs systématiques „D" (Tüxen, Ellenberg, 1937) pour différentes groupes, facilite l'analyse phytosociologique et systématique.

Ce groupement se caractérise par de nombreuses espèces d'ordre *Quercetalia pubescentis* ainsi que par l'abondance d'espèces caractéristiques d'ordre *Fagetalia* et de la classe *Querceto-Fagetea*.

Les études pédologiques ont permis de constater que dans la forêt de Białowieża *Querceto-Potentilletum albae* apparaît sur le sol d'une très faible podzolisation, où la composition mécanique du sable contient peu d'argile, superposé sur des couches argileuses.

La structure de ce groupement végétal est due à l' exploitation forestière et notamment au déboisement des essences conifères et à la mise en pâture du bétail sur ces terrains.

La plupart des relevés fut classée à l'association *Pineto-Quercetum* Kozłowska 1925 (Matuszkiewicz, Polakowska 1955) de

l'alliance *Vaccinio-Piceion* Br.-Bl. (1938) 1939. Ce n'est pas la forme typique de cette association mais une forme très rapprochée de *Querceto-Potentilletum albae*. La différence principale consiste en l'abondance de l'èpicea dans la strate arborescente et arbustive ainsi qu'en le plus grand nombre d'élements appartenant à la classe *Vaccinio-Piceetea* dans la strate herbacée (l'abondance croissante de *Vaccinium myrtillus).*

La forêt mélangée apparait sous cet aspect sur le sol d'une faible podzolisation, couvert d'humus, reposé sur le sable profond.

Conclusions

1. Les relevés des „chênaies séches" de la forêt Białowieża forment un rang depuis les formes typiques de *Querceto-Potentilletum albae* jusqu'au type de *Pineto-Quercetum,* en passant par les formes intermédiaires.

2. Ce rang est caractérisé par l'appauvrissement en élements de la classe *Querceto-Fagetea* et par le croissement du rôle des caractéristiques de la classe *Vaccinio-Piceetea.*

3. Les modifications floristiques s'accompagnent des métamorphoses du milieu, ce qui est prouvé par les différences dans l'acidité du sol, la présence d'humus, le profil pédologique etc. Tout ce la permet supposer que la podzolisation est plus poussée dans les individus d'association de *Pineto-Quercetum* que de *Querceto-Potentilletum albae.*

4. Les constatations sus-mentionnées ont amené à la conclusion qu'en raison d'appauvrissement du milieu les individus d'association *Querceto-Potentilletum albae* de la forêt de Białowieża démontrent une forte tendence de se transformer en *Pineto-Quercetum.* Plus grossièrement grumeleux est l'horizon élevée du sol et la couche profonde, plus il favorise le développement de ce processus de transformation.

5. Il arrive que les individus d'association de *Querceto-Potentilletum albae* du sol à la couche argileuse signalent la tendence de se transformer en une forme sèche de *Querceto-Carpinetum;* ce n'est que grâce à l'activité humaine que le type de *Querceto-Potentilletum* est maintenu et conservé.

6. D'après les études on peut constater que bien que *Querceto-Potentilletum albae* constitue, comme type, une ssociation relique, mais ces individus de la forêt de Białowieża — en étant les formes anthropogènes et peu durables — n'ont pas le caractère de relique. On peut seulement les nommer — analogiquement aux espèces pseudo-reliques — un groupement pseudo-relique.

LITERATURA

1. Adamczewski S., 1950, Motyle minujące na tle naturalnych środowisk Białowieskiego Parku Narodowego, „Annales UMCS" Sec. C. V. 4, Lublin.
2. Braun-Blanquet J., 1951, Pflanzensoziologie. Wien.
3. Florek K., Łukaszewicz J., Perkal J., Steinhaus H., Zubrzycki I. S., 1952, Taksonomia wrocławska. „Przegląd Antropologiczny", T. XVII. 1951. Poznań.

4. Kappen H., 1931, Die Bodenazidität in ihrer Bedeutung für den Bodenfruchtbarkeitszustand etc. in Blanck E. Handbuch d. Bodenlehre T. VIII. Berlin.
5. Karpiński J. J., 1949, Materiały do bioekologii Puszczy Białowieskiej, „Rozprawy i Sprawozdania I. B. L.' Ser. A Nr 56. Warszawa.
6. Kozłowska A., 1925, La variabilité de *Festuca ovina* L. en rapport avec la succesion des associations steppiques du plateau de la Petite Pologne, „Bull. Acad. Pol. Sc." Sér. B. III. Cracovie.
7. Lange B., 1944, Kolorimetrische Analyse. Berlin.
8. Lautenschläger O., 1917. Die forstlichen Verhältnisse des Bialowieser Urwaldes. „Bialowies in deutscher Verwaltung" H. 2, S. 57—96. Berlin.
9. Matuszkiewicz W., 1952. Zespoły leśne Białowieskiego Parku Narodowego. „Annales UMCS" Sec. C. Supl. VI. Lublin.
10 Matuszkiewicz W., Polakowska M., 1955, Materiały do fitosocjologicznej systematyki borów mieszanych w Polsce. „Acta Soc. Bot. Pol." t. XXIV.
11. Matuszkiewicz A., Matuszkiewicz W., Materiały do fitosocjologicznej systematyki zespołów rzędu *Quercetalia pubescentis-sessiliflorae* w Polsce (w rękopisie).
12. Musierowicz A., 1949, Skład mechaniczny gleb i metody analizy mechanicznej, Warszawa.
13. Paczoski J., 1926, Dąbrowy Białowieży, „Przegląd Leśniczy". Poznań.
14. Paczoski J., 1930, Lasy Białowieży, Państw. Rada Ochrony Przyr. Monografie Naukowe. Nr 1. Poznań.
15. Pietierburgski A. I., 1947, Praktikum po agrochimii, Moskwa.
16. Romanow M., 1929, Zarys przyrodniczo-leśnych podstaw racjonalnej gospodarki w Puszczy Białowieskiej, „Las Polski", r. IX, Nr 10. Warszawa.
17. Szafer W., 1952, Zarys ogólnej geografii roślin, Warszawa.
18. Szafer W., Kulczyński S., Pawłowski B., 1953, Rośliny Polskie. Warszawa.
19. Szymkiewicz D., 1932, Ekologia roślin. Lwów.
20. Tüxen R., Ellenberg H., 1937. Der systematische und der ökologische Gruppenwert, „Mitt. d. flor.-soz. Arbeitsgem. in Niedersachsen", Heft 3, Hannover.

ACTA SOCIETATIS
BOTANICORUM POLONIAE
Vol. XXIV — Nr 2
1955

Badanie syntezy i hydrolizy sacharozy w żywych komórkach

Investigations on the synthesis and hydrolysis of sucrose in living cells

Z. TURNOWSKA-STARCK

WSTĘP

Pierwotnym celem niniejszej pracy było dokładne zbadanie, w jaki sposób kształtuje się stosunek syntezy do hydrolizy sacharozy w różnych fazach rozwoju owsa. (Praca wykonana w 1951 r. i 1952 r.) Chodziło nam o uchwycenie zależności pomiędzy zmianami biochemicznymi w roślinie a jej stadialnym rozwojem.

By rozwiązać powyższe zagadnienie, należało zbadać działanie inwertazy „in vivo". W tym celu postanowiliśmy zastosować do naszych badań metodę infiltracji próżniowej Kursanowa, przy pomocy której wielu badaczy radzieckich z powodzeniem badało działanie enzymów hydrolitycznych.

Niestety jednak z dokładnym opisem powyższej metody nie mogliśmy się zapoznać, gdyż odnośny tom „Biochimiji" z 1936 roku nie znajduje się w żadnej z naszych bibliotek. Kierując się więc ogólnymi wskazówkami, zamieszczonymi w pracy Oparina i Zenczenki (1949) oraz w podręczniku Biełozjerskiego i Proskuriakowa (1951) zmuszeni byliśmy wypracować techniczne szczegóły metody, wyszukać źródła błędów i ich wielkość oraz określić warunki, w jakich metoda ta daje wyniki najbardziej dokładne.

Oparin i Zenczenko w swej pracy podają następujący opis metody infiltracji próżniowej w zastosowaniu do badania działania inwertazy. Do badanych roślin wprowadzano 0,2 molarny roztwór cukru inwertowanego — przy badaniu syntetycznej działalności inwertazy, lub 0,1 molarny roztwór sacharozy, przy oznaczaniu działalności hydrolitycznej. Kontrolę stanowiła identyczna odważka roślin infiltrowana w takich samych warunkach wodą destylowaną.

W podręczniku Biełozjerskiego i Proskuriakowa podane jest, że infiltrację przeprowadza się w 150 ml zlewkach, w których

badaną próbkę zalewa się 80—100 ml badanego roztworu lub wody destylowanej. Przygotowane próbki umieszcza się w eksykatorze próżniowym, z którego przy pomocy pompy próżniowej usuwa się powietrze, zmniejszając ciśnienie do 20—40 mm Hg. Usuwanie powietrza przeprowadzać należy tak długo, aż z liści przestaną się wydobywać pęcherzyki powietrza. Po odłączeniu eksykatora od pompy do środka wpuszcza się (pomału, w ciągu 1—2 min.) powietrze. Wzrastające stopniowo ciśnienie wpycha badany roztwór do przestworów międzykomórkowych roślin. Dobrze zinfiltrowany liść nie powinien wykazywać po infiltracji jasnych plam, do których nie wniknął roztwór. Po wyrównaniu ciśnień liście powinny leżeć 2—3 min. w tych samych roztworach.

W obu pracach autorzy zalecają szybkie i dokładne opłukanie wodą powierzchni liści bezpośrednio po wyjęciu ich z badanego roztworu, po czym umieszczenie ich w przewiewnych szafach, by nadmiar wody, wprowadzony w czasie infiltracji do przestworów międzykomórkowych, wyparował w stosunkowo krótkim czasie. By przyspieszyć przesychanie liści, Biełozjerski i Proskuriakow radzą nanizanie liści na nitkę i zawieszenie w przewiewnym termostacie o temp. 26—28°C. Okres podsuszania może być dość różny i wahać się według wspomnianych autorów od 8—25 min. Po podsuszeniu roślin umieszcza się je w termostacie w 22—24°C w ciemności pod szklanym kloszem w atmosferze nasyconej wilgocią. Czas trwania doświadczenia od infiltracji do zabicia tkanek wynosi od 2—3 godz., a w wyjątkowych wypadkach dłużej.

W toku pracy nasuwały się coraz nowe problemy i obok pierwotnego celu — prześledzenia syntezy i hydrolizy sacharozy w różnych okresach rozwoju owsa, postanowiliśmy zbadać kinetykę syntezy i hydrolizy sacharozy „in vivo" oraz wpływ szeregu czynników chemicznych na równowagę działania enzymów syntetyzujących i hydrolizujących sacharozę.

Część doświadczalna

I. OPIS METODY

1. *Dobór próbek*

Pierwszym zagadnieniem, które nastręczyło pewne trudności był dobór próbek. Najczęściej badaliśmy 2—3 g świeżej masy liści pozbawionych nerwu głównego lub w wypadku roślin młodych (do 30 dni) brano całą część nadziemną. We wstępnych doświadczeniach stwierdziliśmy, że w liściach pochodzących z różnych pięter, a nawet z tych samych pięter, lecz z różnych roślin zawartość cukrów ulega znacznym wahaniom. Dlatego też w wypadku liści starszych stosowaliśmy metodę połówek liściowych; jedną połówkę infiltrowaliśmy wodą — (kontrolna), a drugą — odpowiednim roztworem. Po upływie 1 do 2 godzin rośliny zabijaliśmy przez

wrzucenie ich do wrzącej wody i gotowanie w ciągu 5 min.; po ostudzeniu rośliny poddawano 3 min. homogenizacji. We wszystkich wypadkach cukry oznaczaliśmy mikrometodą Fujita Akiji i Danzo Iwotake (1931). W metodzie tej żelazicjanek potasu utlenia cukry redukujące w alkalicznym roztworze na gorąco. Nadmiar żelazicjanku miareczkuje się jodometrycznie tiosiarczanem, używając skrobi jako wskaźnika. Odbiałczenie materiału roślinnego przeprowadza się przy pomocy wodorotlenku kadmu. By sprawdzić dokładność metody, oznaczyliśmy zawartość cukrów w połówkach liściowych (tabela 1) owsa nieinfiltrowanego. Cukry proste oznaczaliśmy bezpośrednio, natomiast dwucukry (sacharozę) po 2-godzinnej hydrolizie inwertazą drożdżową w temp. 56—60°C.

Tabela 1
Analiza zawartości cukrów w połówkach liściowych 91 dniowych liści owsa
(25.VII.51 r.)

Rodzaj cukrów	Zawartość cukrów w mg na 1g świeżej masy		% błędu
	I połówka	II połówka	
Proste	5,096	5,184	0,8
dwucukry	19,156	19,244	0,2
ogółem	24,252	24,428	0,4
proste	6,502	6,414	0,8
dwucukry	19,507	19,771	0,7
ogółem	26,009	26,185	0,4

Z tabeli 1 widać, że powyższa metoda jest dostatecznie dokładna, ponieważ różnice w zawartości cukrów w połówkach liściowych nie przekraczają 0,8% (licząc od średniej arytmetycznej).

2. *Stężenie roztworów użytych do infiltracji*

Chcąc badać wielkość hydrolizy i syntezy sacharozy rośliny infiltrowaliśmy:

1) wodą destylowaną — kontrola
2) 2,5% sacharozą — badanie hydrolizy sacharozy
3) 2,5% cukrem inwertowanym (hydrolizowano sacharozę przy pomocy inwertazy drożdżowej, po czym roztwór gotowano 15 min. i sączono) — badanie syntezy sacharozy.

Przy użyciu takiej koncentracji, do roślin wprowadzaliśmy od 6 do 10 mg cukru na 1 g świeżej masy roślin.

3. *Warunki infiltracji*

Infiltrację przeprowadzaliśmy w dużych probówkach, w których umieszczano odważoną próbkę, zalewano odpowiednim roztworem i przykrywano z wierzchu siatką, by rośliny nie wypływały na powierzchnię w czasie infiltracji. Roztworu używaliśmy ok. 50 ml. Probówki zamykaliśmy szczelnie korkiem gumowym i łączyli z pompą ssącą, wyciągając powietrze do ok. 20 mm Hg.

Po ok. 2 min. pompę odłączaliśmy i powoli wprowadzaliśmy powietrze do probówki. Rośliny młode infiltrowały się bardzo łatwo, co można poznać po zmianie zabarwienia liści (ciemne, przezroczyste), natomiast przy badaniu starszych roślin usuwanie powietrza z probówek powtarzano 2, a czasem 3-krotnie. Po infiltracji pozostawialiśmy rośliny w roztworze jeszcze w ciągu 2—3 min. (zgodnie z podanym opisem metody Kursanowa), po czym listki opłukiwaliśmy, a w dalszych doświadczeniach tylko obsuszali bibułą i ważyli.

W pierwszym roku doświadczeń rośliny po infiltracji trzymaliśmy przez cały czas na świetle. Wówczas szparki otwierają się, co ułatwia szybkie wytranspirowanie nadmiaru wody (Mothes, 1933) z przestworów międzykomórkowych. Z drugiej strony na świetle, dzięki procesowi asymilacji, liść, w którym przestwory międzykomórkowe są pozbawione powietrza, ma lepsze warunki tlenowe (tlen wydzielany w procesie asymilacji może być przez roślinę wykorzystany (Kursanow, Isajew, Potapenko, 1947). Na świetle jednak intensywnie przebiega kondensacja glukozy na skrobię, co może dość znacznie zmieniać obraz przemiany glukozy na sacharozę, a prócz tego w czasie fotosyntezy powstają cukry, których ilości nie kontrolujemy. Dlatego też w drugim i trzecim roku doświadczeń po infiltracji przechowywaliśmy rośliny w ciemności początkowo w termostacie z przewiewem (w temp. 26—28°C), a po odparowaniu nadmiaru wody, pod kloszem szklanym w wilgotnej atmosferze wstawionym do ciemnego termostatu o tej samej temperaturze (zgodnie z opisem metody Kursanowa).

4. *Wpływ infiltracji na rośliny*

By przekonać się, jak wpływa sama infiltracja próżniowa na rośliny, czy komórki nie są przy tym uszkadzane, poddaliśmy 10 min. infiltracji próżniowej siewkę 30-dniowego owsa (wyjętą delikatnie z wazonów, starano się jak najmniej uszkodzić system korzeniowy), po czym umieszczaliśmy ją w pożywce Knopa, umieszczając obok analogiczną roślinę nieinfiltrowaną. Roślina infiltrowana rosła nieco wolniej i straciła kilka dolnych listków. Liście młodsze nie wykazywały żadnych uszkodzeń.

Analogiczne doświadczenia wykonał Björksten (1930) z siewkami pszenicy, hodowanymi w wacie szklanej w małych kolbkach. Po poddaniu pewnej serii roślin infiltracji próżniowej obserwował on wzrost przez 6 tygodni i nie zauważył żadnych różnic pomiędzy serią infiltrowaną a kontrolną.

W doświadczeniach Björkstena przytoczony jest również wpływ infiltracji na intensywność oddychania. Dane umieszczono w tabeli 2.

Tabela 2
Ilość wydzielonego CO_2 przez 50g etiolowanych roślin wg Björkstena

Rodzaj próbki	po 0,0 godz.	po 3 godz.	po 6 godz.
Nieinfiltrowane	22,8	49,3	54,2
Infiltrowane wodą	21,6	—	52,4

Z danych tych wynika, że sama infiltracja nie wpływa na oddychanie.

Nieco inne dane przytacza Mothes (1933), który zaobserwował znaczny spadek ilości wydzielonego CO_2 bezpośrednio po infiltracji. Po upływie 3—4 godzin rośliny infiltrowane oddychały intensywniej niż kontrolne.

W przytoczonej pracy Mothes podaje również, że współczynnik oddechowy $\left(\frac{CO_2}{O_2}\right)$ u roślin infiltrowanych wzrasta do 4—6, co świadczy o niedostatecznym dopływie tlenu do komórek po infiltracji.

By stwierdzić, jak wpływa infiltracja próżniowa na kierunek działania enzymów, oznaczyliśmy cukry w połówkach liściowych, z których jedne infiltrowano wodą destylowaną (tabela 3).

Tabela 3
Analiza cukrów w połówkach liściowych 80 dniowych siewek owsa a) połówki liściowe infiltrowane wodą, b) nieinfiltrowane (doświadczenie prowadzone na świetle 14.VII.51

Rodzaj cukrów	a Infiltr. wodą	b Nieinfiltr.	Różnica w zawartości cukrów
proste	6,243	5,843	+0,400
	5,523	5,363	+0,160
dwucukry	22,251	24,092	—1,841
	16,568	18,809	—2,241
ogółem	28,494	29,935	—1,441
	22,091	24,172	—2,081

w mg na 1 g świeżej masy

Z tabeli wynika, że w czasie infiltracji wodą, część cukrów przechodzi z rośliny do wody (od 1,44 do 2,08 mg na 1 g świeżej masy). Pomimo tej

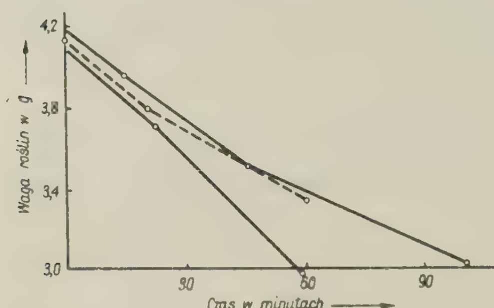
dość znacznej straty w zawartości cukrów, analizy wykazały wzrost ilości cukrów prostych, co nasuwa przypuszczenie, że wprowadzenie wody do przestworów międzykomórkowych powoduje przesunięcie równowagi enzymatycznej w kierunku hydrolizy z powodu nadmiernego uwodnienia komórek, a być może i częściowego zahamowania oddychania. Podobne zaburzenia spowodowane infiltracją stwierdzili McCready i W. Z. Hassid (1941) w pracy, w której badano syntezę sacharozy z różnych cukrów.

W dalszych doświadczeniach zbadaliśmy, czy w czasie infiltracji sacharozą nie wypłukują się cukry proste. W tym celu zanalizowaliśmy roztwór po infiltracji i stwierdziliśmy w nim pewną ilość cukrów prostych, co w przeliczeniu na 1 g św. masy wynosiło 1,26 mg cukrów prostych.

W pracy na temat udziału fosforu w syntezie skrobi Rubin i Sokołowa (1947) stwierdzają, że infiltracja wodą powoduje zmiany w zawartości skrobi i fosforu nieorganicznego, co również świadczy o pewnych zaburzeniach spowodowanych nadmiernym uwodnieniem lub samą infiltracją.

Zarówno Kursanow jak i Mothes (1933) podkreślają wyraźnie, że powodzenie metody infiltracji próżniowej uzależnione jest od tego, w jakim czasie wyparuje z roślin nadmiar wody, wprowadzonej w czasie infiltracji do przestworów międzykomórkowych.

W naszych doświadczeniach rośliny powracały do początkowej wagi po 1—2 godz. w temperaturze 26—28°C. Kilka takich doświadczeń ilustruje rycina 1.



Ryc. 1. Przebieg transpiracji liści owsa po infiltracji wodą. Waga roślin przed infiltracją 3,00 g; doświadczenie z dn. 2.IV.53.

— — — — liście nanizane na nitki i zawieszone

———— liście umieszczone na bibule

W przytoczonym doświadczeniu stwierdziliśmy, że rośliny szybciej tracą nadmiar wody, jeżeli umieszczone są na bibule bezpośrednio na półkach termostatu z przepływem powietrza, niż w przypadku nanizania liści na nitki, co zresztą jest nieco uciążliwe, zwłaszcza wtedy, gdy do doświadczeń bierze się drobne listki. Niestety nigdy nie stwierdzaliśmy, by rośliny nadmiar wody traciły już po kilku minutach, jak to podają Białozjerski i Proskuriakow (1951) w swoim podręczniku.

5. *Sposób obliczania wyników*

Wielkość syntezy oraz hydrolizy oznaczano w procentach, w stosunku do cukrów zaabsorbowanych przez roślinę. Na przykładzie wyników zamieszczonych w tabeli 4 podaję sposób obliczania wyników hydrolizy.

Tabela 4
Doświadczenia prowadzono w temp. 25°C w ciągu 2 godzin w ciemności

Rodzaj próbki	Cukry w mg na 1 g św. masy		
	proste	dwucukry	ogółem
Inf. sacharozą	11,311	5,837	17,148
Inf. H_2O	8,513	1,338	9,851
Różnica	2,798	4,499	7,297

Jeśli cukrów prostych przybyło 2,798, a ogółem przybyło 7,297 mg/1 g, to hydroliza wynosi $\frac{2,798 \cdot 100}{7,297} = 38,3\%$. Analogicznie obliczamy syntezę wyrażając ją w procentach zwiększenia ilości dwucukrów w stosunku do ogólnej ilości cukrów zaabsorbowanych przez 1 g roślin. Taki sam sposób obliczania podaje Biełozjerski i Proskuriakow, natomiast w pracach innych radzieckich autorów zarówno synteza jak i hydroliza jest wyrażona w mg cukrów prostych.

II. ANALIZA WYNIKÓW

Doświadczenia nad syntezą i hydrolizą sacharozy prowadziliśmy w 1951, 1952 i 1953 r. Początkowo chcieliśmy stwierdzić, jak kształtuje się stosunek syntezy do hydrolizy w różnych okresach wegetacji owsa i tytoniu. Prace nad owsem prowadziliśmy w 1951 i 1952 r. z odmianą Proporczyk. Niestety wyniki doświadczeń z roku 1951 i 1952 obrazujące stosunek syntezy do hydrolizy w różnych fazach rozwoju owsa różniły się bardzo znacznie między sobą, a nawet były sprzeczne. Z doświadczeń tych nie można wyciągać żadnych wniosków, ponieważ w obu latach doświadczenia przeprowadzano w nieco inny sposób (w pierwszym roku liście opłukiwano po infiltracji i doświadczenia prowadzono na świetle, w drugim roku w ciemności i liści po infiltracji nie płukaliśmy).

Poważnym błędem przy oznaczaniu stosunku syntezy do hydrolizy, w ciągu całego okresu wegetacji, mogą być zmiany w zawartości cukrów w roślinach w zależności od wieku. W obu latach stwierdzono, że ilość cukrów ogółem wzrasta od ok. 2,5 mg na 1 g świeżej masy w młodych stadiach do ok. 36 mg u roślin starszych. W czasie infiltracji natomiast zaw-

sze wprowadzaliśmy jednakową ilość cukrów ok. 6—10 mg czyli w liściach młodych roślin przez infiltrację odpowiednim roztworem zwiększaliśmy zawartość cukrów 2 do 3-krotnie, podczas gdy pod koniec okresu wegetacji wprowadzone cukry stanowiły 1/6 do 1/4 ilości cukrów znajdujących się w roślinie. Dlatego też przebieg reakcji enzymatycznych na początku i na końcu wegetacji śledzonych w ten sposób, nie może dać porównywalnych wyników.

Być może, że sprzeczne wyniki otrzymane w 1951 i 1952 roku wypływają również z nieprawidłowego doboru próbek branych do doświadczeń, to zagadnienie bowiem nastręczało nam bardzo wiele trudności.

Z roślin młodych (do ok. 30 dni) braliśmy całą część nadziemną, natomiast z roślin starszych braliśmy zawsze 3 najmłodsze listki. Oczywiście przy takim wyborze próbki popełnialiśmy błąd, ponieważ najmłodsze listki nie reprezentowały całej rośliny.

Liczne prace badaczy radzieckich, wykonywane tą metodą, wykazały, ze poszczególne piętra a nawet poszczególne części liści różnią się dość znacznie pod względem równowagi enzymatycznej.

Wyniki analiz prowadzonych w różnych okresach rozwoju roślin posłużyły jednak jako materiał do zestawienia, w jakich warunkach metoda infiltracji daje dobre wyniki i jak przedstawia się zgodność oznaczeń syntezy i hydrolizy w 2 równoległych próbkach (tzn. analogiczne odważki infiltrowano takimi samymi roztworami). Procent błędu obliczano od średniej arytmetycznej.

Tabela 5

Błąd w % pomiędzy dwoma równoległymi próbkami obliczony w stosunku do średniej arytmetycznej

(Zestawienie ogólne z doświadczeń dokonanych na różnych roślinach i w różnych warunkach)

% błędu	Synteza		Hydroliza	
	ilość dośw.	w %	ilość dośw.	w %
0—10	19	41,5	37	65,0
10—20	11	23,9	14	24,5
20—30	8	17,4	2	3,5
30—40	2	4,3	2	3,5
40—50	2	4,3	1	1,75
50—60	2	4,3	0	0,0
pow.60	2	4,3	1	1,75
	Σ 46	100,0	Σ 57	100,0

Z powyższego zestawienia widać, że metoda ta daje wyniki nie zawsze zgodne, przy czym rzuca się w oczy większa zgodność przy oznaczaniu hydrolizy.

Prócz 57 wyników hydrolizy i 46 syntezy zaobserwowano w 5 doświadczeniach przy badaniu syntezy w równoległych próbkach wyniki całkiem nieporównywalne (w jednej próbce synteza wynosiła 0%, a nawet próbki infiltrowane cukrem inwertowanym wykazywały niższą zawartość dwucukrów od próbek kontrolnych, infiltrowanych wodą, a w drugiej równoległej wynosiła od 15 do 56%) i w trzech doświadczeniach, w których wyniki wielkości hydrolizy były nieporównywalne.

Do powyższego zestawienia wzięto wyniki doświadczeń przeprowadzanych na różnych roślinach. Przeważającą ilość doświadczeń przeprowadzano z owsem, tytoniem oraz po dwa doświadczenia z pomidorami, po jednym z burakami cukrowymi, cebulą Wolską, ziemniakami, marchwią, fasolą. Zwraca na siebie uwagę fakt, że najgorsze wyniki otrzymaliśmy w doświadczeniach z tytoniem. Stwierdzono, że tytoń w liściach zawiera bardzo duże ilości skrobi i być może część wprowadzanych cukrów prostych zostaje przerabiana na polisacharydy.

Lepsze też na ogół wyniki otrzymywaliśmy w doświadczeniach wykonywanych na roślinach młodych.

By stwierdzić, skąd pochodzą poważne błędy między równoległymi próbkami, staraliśmy się zawsze obliczać bilans cukrów to znaczy obliczaliśmy, ile cukrów weszło do rośliny w czasie infiltracji i ile tych cukrów oznaczono analitycznie na końcu doświadczenia.

Przybliżoną ilość cukrów zaabsorbowanych oznaczaliśmy z różnicy wagi przed i po infiltracji; rośliny przed doświadczeniem ważyły 2 g, a po infiltracji 2,5 g czyli do roślin weszło 0,5 g roztworu np. 2,5% sacharozy czyli 12,5 mg sacharozy na 2 g roślin, a stąd 6,25 mg na 1 g roślin.

W celu stwierdzenia, z jaką dokładnością można obliczać ilość zaabsorbowanych cukrów z różnicy wagi, zinfiltrowano liście owsa sacharozą o koncentracji 1,25, 2,5 i 5,0%, zabito bezpośrednio po infiltracji i oznaczono analitycznie ilość pobranych cukrów (tabela 6).

Tabela 6

Wpływ stężenia roztworu na ilość pobranych cukrów przez roślinę

(roślin nie płukano po infiltracji; doświadczenie wykonano na świetle—26.II.1915

46-dniowe siewki owsa

Infiltrowane sacharozą	Cukrów przybyło w mg na 1 g św. masy	
	oznaczenie analit.	z różnicy wagi
1,25%	4,202	4,500
2,50%	8,039	8,500
5,00%	16,900	16,750

Jak widać, metoda ta daje całkowicie zgodne wyniki i może być używana do przybliżonego oznaczenia bilansu cukrów.

Widzimy też, że ilość zaabsorbowanych cukrów jest ściśle proporcjonalna do stężenia użytego roztworu.

Analogiczny wniosek wyciągają Kursanow i Pawlinowa (1952) ze swoich doświadczeń prowadzonych nad burakiem cukrowym.

W wielu wypadkach jednak analitycznie nie stwierdziliśmy takiej samej ilości cukrów. Początkowo przypuszczano, że część cukrów wypłukuje się wodą w momencie, gdy po infiltracji obmywano liście wodą wodociągową. Przeprowadziliśmy więc szereg doświadczeń, w których nie płukano roślin po doświadczeniu, a zamiast płukania wycierano bardzo dokładnie powierzchnię liści bibułą filtracyjną.

Tabela 7

Bilans cukrów w liściach płukanych i niepłukanych po infiltracji

Wyniki zebrano z doświadczeń prowadzonych w 1951, 52, 53 r. na różnych roślinach.

Średnie z oznaczeń	Cukry w mg na 1 g świeżej masy	
	Płukane—średnia z 71 doświadczeń	Niepłukane—średnia z 114 doświadczeń
Oznaczenia analit.	5,564	9,472
„ z różnicy wagi	7,405	9,145
Różnica	+1,841	+0,327
Niezgodność powyżej 2 mg na 1 g świeżej masy	w 42 doświadczeniach co stanowi 59%	w 20 doświadczeniach co stanowi 18%
Maksymalne różnice	—4,678 do +3,926	— 5,385 do + 6,811

Wyniki doświadczeń zebrano w tabeli 7.

Z powyższych danych wynika, że istotnie duże ilości cukrów wypłukiwały się w czasie obmywania roślin po infiltracji (średnio 1,841 mg na 1g świeżej masy). Widzimy jednak, że i w doświadczeniach, w których roslin nie opłukiwano, również nie we wszystkich przypadkach bilans był zgodny. Ubytek cukrów w czasie doświadczenia można by częściowo tłumaczyć wzmożonym oddychaniem tkanek po wprowadzeniu dodatkowej ilości cukrów.

Kursanow i Pawlinowa (1950) stwierdzili w swych doświadczeniach, że w czasie syntezy sacharozy wyraźnie wzmaga się oddychanie tkanek. Niejasne jest jednak, dlaczego w naszych doświadczeniach obserwowano tak nierównomierne zmiany w zawartości cukrów.

Najwięcej wątpliwości wzbudzają wyniki, wskazujące na wzrost zawartości cukrów w czasie doświadczenia. Np. w jednym z doświadczeń stwierdzono, że przybyło 6,811 mg na 1 g świeżej masy (doświadczenie prowadzone na liściach cebuli). Wyniki te nasuwają przypuszczenie, że w niektórych wypadkach infiltracja próżniowa powoduje w komórkach

daleko idące zmiany — być może gwałtowną hydrolizę dwucukrów i polisacharydów. Fakt ten nasuwa wniosek, że w tego rodzaju doświadczeniach należałoby uwzględnić również zmiany w zawartości polisacharydów.

Wpływ stężenia substratu na przebieg syntezy i hydrolizy sacharozy w żywych komórkach

W doświadczeniach in vitro wielokrotnie stwierdzono, jak wpływa stężenie substratu na przebieg reakcji enzymatycznych. Michaelis i Menten sformułowali po raz pierwszy przebieg katalizy enzymatycznej ujmując go we wzory matematyczne, określające zależność pomiędzy stężeniem substratu i szybkością reakcji.

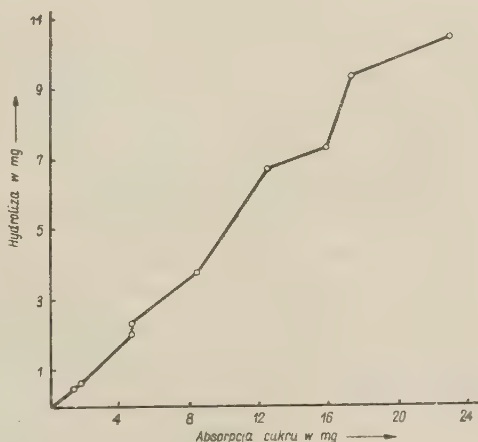
Z wzorów tych wynika, że szybkość ta wzrasta wg hyperboli, której asymptotą jest graniczna szybkość danej reakcji.

W naszych doświadczeniach chcieliśmy sprawdzić, czy metodą infiltracji próżniowej uda się wykazać doświadczalnie podobną zależność w żywych komórkach. Gdybyśmy mogli otrzymać krzywą podobną do krzywej otrzymywanej w doświadczeniach in vitro, byłoby to potwierdzeniem, że metoda infiltracji daje nam wierny obraz przebiegu enzymatycznych reakcji. W tym celu infiltrowaliśmy liście sacharozą o różnych stężeniach (od 0,625% do 7,5%) przy badaniu hydrolizy oraz cukrem inwertowanym (0,625% do 5%) — przy określaniu syntezy sacharozy.

Wyniki doświadczeń przedstawione są na ryc. 2, 3 i 4.

Na ryc. 2 przedstawiliśmy przebieg hydrolizy sacharozy u 20-dniowych siewek owsa. Wielkość hydrolizy wyrażono w mg cukru inwertowanego czyli w ilościach bezwzględnych a nie w procentach, jak to podawaliśmy w innych doświadczeniach.

Jak widać z załączonej ryciny, hydroliza jest ściśle uzależniona od stężenia substratu (w tym wypadku od ilości cukrów zaabsorbowanych przez 1 g liści). Wszystkie punkty układają się wokół linii prostej.

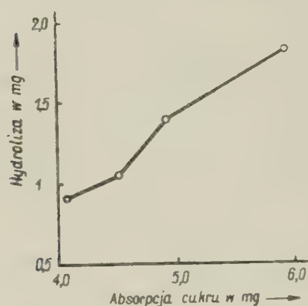


Ryc. 2. Wpływ stężenia cukrów na hydrolizę sacharozy. Doświadczenie z 20-dniowymi siewkami owsa z dn. 19.II.53. Cukry wyrażone w mg cukru inwertowanego w przeliczeniu na 1 g świeżej masy.

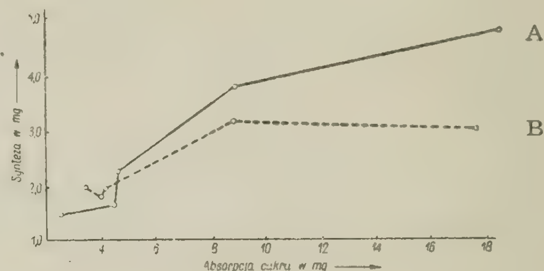
Podobne doświadczenia wykonaliśmy z 19 dn. siewkami owsa, rośliny infiltrowaliśmy 2,5% roztworem sacharozy; analitycznie

oznaczyliśmy ilość cukrów zaabsorbowanych oraz wielkość hydrolizy. I w tym wypadku stwierdziliśmy liniową zależność pomiędzy wielkością hydrolizy i stężeniem substratu (ryc. 3).

Analogiczne doświadczenia przeprowadzono, badając zależność pomiędzy stężeniem substratu i wielkością syntezy.



Ryc. 3. Wpływ stężenia cukrów na hydrolizę sacharozy. Doświadczenie z 19-dniowymi siewkami owsa z dn. 23.IV. 52 r. Cukry wyrażone w mg cukru inwertowanego w przeliczeniu na 1 g świeżej masy.



Ryc. 4. Wpływ stężenia cukrów na syntezę sacharozy. A — doświadczenie z 41-dniowymi siewkami owsa (3.VII.53 r.), B — doświadczenie z 30-dniowymi siewkami owsa (23.VI.53).

W tych doświadczeniach wprowadzano do roślin cukier inwertowany w koncentracji od 0,625 do 5%.

Wyniki doświadczeń przedstawiono na ryc. 4.

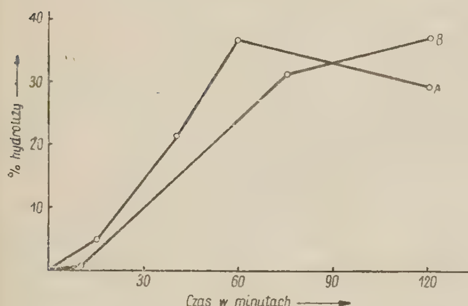
Na rycinie tej widać również zależność pomiędzy ilością cukrów zaabsorbowanych a wielkością syntezy wyrażoną w mg. Gdybyśmy jednak i tu syntezę obliczyli w procentach, przekonalibyśmy się, że przy wyższych koncentracjach procentowo synteza jest mniejsza czyli proces jest wówczas jakby mniej wydajny.

Przy porównaniu wielkości syntezy zależnie od ilości cukrów zaabsorbowanych w przypadku, gdy infiltrowano dwie równoległe próbki 2,5-procentowym cukrem inwertowanym, stwierdzono w 11 przypadkach na 52 doświadczenia (co stanowi 21,6% doświadczeń), że przy większej absorbcji cukrów synteza nie wzrastała. Przy badaniu hydrolizy na 51 doświadczeń w 12 przypadkach nie stwierdzono takiej zależności (23,5% doświadczeń). W pozostałych przypadkach wzrastała zarówno synteza jak i hydroliza wraz ze wzrostem absorbcji cukrów.

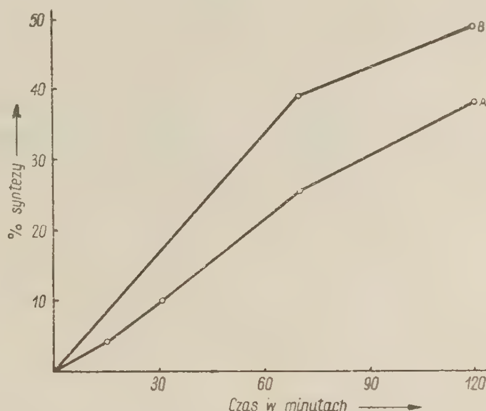
Prócz wpływu koncentracji, badaliśmy również wpływ czasu trwania doświadczenia na wielkość syntezy i hydrolizy.

W celu prześledzenia, jak przebiega w czasie hydroliza sacharozy, wprowadzonej do liści owsa, rośliny zabijano w różnym czasie po infiltracji i oznaczano wielkość hydrolizy (ryc. 5).

Z powyższych dwóch doświadczeń wynika, że hydroliza przebiega stopniowo, przy czym w ciągu pierwszej godziny proces ten zachodzi intensywniej, po czym stopniowo ulega zahamowaniu.



Ryc. 5. Przebieg hydrolizy sacharozy w czasie. A — doświadczenie z 34-dniowymi siewkami owsa (3.IV.52), B— doświadczenie z 38-dniowymi siewkami owsa (13.V.52).



Ryc. 6. Przebieg syntezy sacharozy w czasie. A — doświadczenie z 22-dniowymi siewkami owsa (8.V.52), B — doświadczenia z 26-dniowymi siewkami owsa (20.V.52). Na osi x — minuty od czasu infiltracji.

Analogiczne doświadczenia, w których badano syntezę sacharozy, dały całkowicie zgodne wyniki. I tu również zaobserwowaliśmy zwolnienie tempa syntezy w ciągu drugiej godziny doświadczenia (ryc. 6).

Aby sprawdzić, jak przebiega synteza i hydroliza sacharozy w doświadczeniach długotrwałych, badaliśmy szybkość tych przemian, zabijając rośliny po 15 godz. W celu zabezpieczenia roślin przed zaschnięciem, liście trzymano w torebkach z wilgotnej bibuły filtracyjnej pod szklanym kloszem, umieszczonym w termostacie w temp. 24°C. Uprzednio doprowadzaliśmy liście do pierwotnej wagi w termostacie z przepływem powietrza.

Tabela 8

Wielkość syntezy i hydrolizy sacharozy oznaczona po 15 godz. od infiltracji (w %)

Doświadczenia wykonane 5—6.III.52 r. na 28 dniowych siewkach owsa.

	W ciągu 15 godz.	W przeliczeniu na 1 godz.
Synteza	55,2 54,7 śred. 54,95	3,66%
Hydroliza	34,1 23,0 śred. 28,5%	1,9%

Jeśli porównamy wielkość hydrolizy przeliczoną na 1 godz. z wynikami doświadczeń robionych z takimi samymi roślinami poprzedniego dnia (4.III.52 r.), to stwierdzimy (tabela 9), że przy zbyt długotrwałych doświadczeniach szybkość reakcji bardzo znacznie maleje, co zresztą zgodne jest z ogólnymi prawami kinetyki reakcji enzymatycznych.

Tabela 9

Wielkość hydrolizy sacharozy—oznaczona po 3 godz. 20 min. wyrażona w %%

Doświadczenia z 7-dniowymi kiełkami owsa 4.III.52 r., temp. 25°C

	Po 3 godz. 20 min.	W przeliczeniu na 1 godz.
Hydroliza	19% 15% śred. 17%	5%

Podobne wyniki otrzymał w swych doświadczeniach Kursanow (1941) stwierdzając, że o ile do rośliny wprowadzić jakiś cukier, przez co naruszy się równowagę między syntezą i hydrolizą, to roślina, zgodnie z prawem działania mas, uruchamia jednostronne działanie enzymów, celem przywrócenia zakłóconej równowagi. Kursanow stwierdza, że przywrócenie równowagi następuje dopiero po ok. 20 godzinach, nie uwidacznia jednak nierównomierności przebiegu syntezy i hydrolizy w czasie.

Wpływ pH *na hydrolizę sacharozy*

Prócz badania kinetyki reakcji syntezy i hydrolizy sacharozy staraliśmy się prześledzić wpływ różnych substancji chemicznych na działanie inwertazy.

Podstawowym doświadczeniem było prześledzenie przebiegu hydrolizy przy różnych wartościach pH i wpływu pH infiltrowanych roztworów na równowagę chemiczną w komórce.

W tym celu zinfiltrowaliśmy liście 35-dniowego owsa sacharozą z odpowiednimi buforami. Jako buforów używaliśmy mieszaniny kwasu cytrynowego i Na_2HPO_4. Po sporządzeniu roztworów sprawdzaliśmy pH pehametrem. Doświadczenie trwało 1 godzinę (tabela 10).

Z powyższych danych wynika, że pH wprowadzanego roztworu prawie nie wpływa na hydrolizę. Wahania co prawda są dość duże, lecz bardzo nieprawidłowe i najprawdopodobniej wypływają z błędów doświadczenia.

Porównując zawartość cukrów w poszczególnych doświadczeniach przy infiltrowaniu roztworami o różnym pH stwierdziliśmy, że wprowadzenie do liści roztworu o różnym pH nie wpływa na przesunięcie równowagi enzymatycznej i dlatego nie zmienia się stosunek cukrów prostych do dwucukrów.

Z powyższego wynika, że rośliny posiadają ogromne własności buforowe i wprowadzenie roztworu o różnym pH nie zmienia widocznie pH komórek, a stąd nie wpływa też na procesy biochemiczne.

Tabela 10

Wpływ pH na wielkość hydrolizy sacharozy

Doświadczenie wykonane metodą połówek liściowych na 35-dniowych siewkach owsa, 29.V.1952, w ciemności, w temp. 26—28°C.

pH	Hydroliza w %	Zawartość cukrów w liściach infiltrowanych buforem w mg na 1 g św. m.		
		cukry proste	dwucukry	ogółem
4,3	63,9	2,463	2,888	5,351
5,2	57,5	2,533	3,062	5,595
6,5	67,3	2,290	3,000	5,290
7,0	52,9	2,856	3,833	6,689
8,6	56,3	2,679	2,976	5,655

Analogiczny wniosek podaje Keyssner (1931) w pracy, w której stwierdza wpływ pH środowiska na pH soku komórkowego wyciśniętego z liści i korzeni różnych roślin. Dla przykładu przytoczymy liczby wskazujące na wpływ pH środowiska na odczyn soku z liści i korzeni owsa:

pH środowiska	3,8	5,5	7,6	
pH soku komórk. liści	5,9	6,5	6,2	max. różnice 0,6
pH „ „ korzeni	5,9	6,1	6,0	max. różnice 0,2

Również Lundegårdh i Burström (1944) nie stwierdzili wyraźnego wpływu pH na wielkość oddychania, co tłumaczą ogromnymi własnościami buforowymi żywej komórki.

Wpływ eteru na syntezę i hydrolizę sacharozy

Kursanow i Kriukowa (Kursanow, 1941) badali wpływ narkotyków na działanie enzymów. Narkotyki są związkami wpływającymi na aktywność powierzchniową struktur komórki. W wyżej wymienionej pracy stwierdzono, że eter wpływa na kierunek działania inwertazy, przesuwając równowagę w kierunku syntezy lub hydrolizy w zależności od stężenia eteru.

W naszych doświadczeniach zastosowaliśmy dużą dawkę eteru (3 ml eteru na 50 ml roztworu), dodając go do roztworów cukrów, używanych do infiltracji 3 g roślin. Wyniki przedstawiono w tabeli 11: doświadczenie wykonano 26.VI.51 r. z liśćmi 62-dniowego owsa. Nie stosowano tu metody połówek liściowych, tylko oznaczano 2 kontrolne (infiltrowane wodą).

Jak widać z powyższych danych, narkoza eterowa spowodowała znaczny wzrost hydrolizy sacharozy i całkowite zahamowanie syntezy.

Tabela 11
Wpływ eteru na syntezę i hydrolizę sacharozy

Synteza w %		Hydroliza w %	
inf. cukrem inwert.	inf. cukrem inwert. + eter	inf. sacharozą	inf. sacharoza + eter
36,0%*	0,0%	33,5%*	61,0%

* średnie z 2 równoległych próbek.

Wpływ cjanku potasu na syntezę i hydrolizę sacharozy

W celu stwierdzenia, jak wpływa KCN na działanie inwertazy, wraz z cukrami wprowadziliśmy do liści owsa 0,01 m KCN, sądząc, że cjanek potasu zahamuje oddychanie, a w związku z tym zmaleje również synteza sacharozy.

Na skutek zahamowania oddychania spodziewaliśmy się, że bilans cukrów obliczony na podstawie różnicy wagi i oznaczeń analitycznych będzie bardziej zgodny. By wyniki lepiej były widoczne, doświadczenie trwało 15 godzin. Wyniki przedstawione są w tabeli 12.

Tabela 12
Wpływ KCN na syntezę i hydrolizę sacharozy
Doświadczenie z 23-dniowymi liśćmi owsa, czas trwania doświadczenia 15 godzin, 19/20—III—52 r., w ciemności, temp. 26—28°C.

Synteza w %		Hydroliza w %		Cukry w mg na 1 g św. masy					
				proste		dwucukry		ogółem	
Kontr.	+KCN	Kontr.	+KCN	Kontr.	+KCN	Kontr.	+KCN	Kontr.	+KCN
86% 86%	59,5* 61,2	22	1,2*	2,850	2,800	5,755	6,169	8,605	8,969

* — wyniki obliczono wg kontrolnej — infiltrowane wodą destylowaną (bez KCN)

Doświadczenie to dało wyniki dla nas zupełnie nieoczekiwane. Bilans cukrów i w tym przypadku nie zgadzał się, a ponadto stwierdziliśmy niewielki wpływ KCN na zawartość cukrów, zahamowanie syntezy było dość znaczne, natomiast obniżenie hydrolitycznych własności było dla nas największą niespodzianką.

Ponieważ KCN w środowisku alkalicznym wykazuje bardzo słabe właściwości trujące, powtórzyliśmy doświadczenie doprowadzając wszystkie roztwory używane do infiltracji do pH 5,8—6,2 (zakwaszano HCl). Doświadczenie prowadzono 2 godziny, używając liści 30-dniowego owsa.

W wyniku doświadczenia otrzymano następujące dane:

Tabela 13
Wpływ KCN na syntezę i hydrolizę sacharozy
(przy pH—5,8—6,2.) (28.III.52 r.) w ciemności, w temp. 26—28°C.

Synteza w %		Hydroliza w %		Cukry w mg na 1 g św. masy					
				proste		dwucukry		ogółem	
Kontr.	+KCN	Kontr.	+KCN	Kontr.	+KCN	Kontr.	+KCN	Kontr.	+KCN
41	34,1	38	71,0	1,121	2,412	0,916	0,811	2,037	3,223
—	—	35	58,0						

(Doświadczenia nie robiono połówkami liściowymi—brano całe roślinki).

Jak widać, w środowisku słabo kwaśnym KCN spowodował wzrost hydrolizy i nieznaczny spadek syntezy sacharozy. Analizując zmiany w zawartości cukrów po wprowadzeniu KCN w czasie infiltracji stwierdzono wyraźny wzrost zawartości cukrów prostych i cukrów ogółem, co być może wynika z przesunięcia równowagi enzymatycznej w kierunku hydrolizy.

Sisakian i Wasiliewa (1950) badając wpływ KCN na syntezę sacharozy nie stwierdzili hamującego wpływu cjanku, natomiast Oparin i Gelman (1952) wykazują zahamowanie syntezy sacharozy spowodowane $1 \cdot 10^{-2}$ m KCN.

WNIOSKI

1. Metoda infiltracji próżniowej daje dobre rezultaty, o ile do doświadczeń bierze się młode roślinki, zawierające niewielką ilość cukrów. Taki materiał jest bardziej wyrównany i łatwiej dobrać reprezentatywną próbkę.

2. O ile do doświadczeń trzeba użyć roślin starszych, dość dobre rezultaty daje metoda połówek liściowych, przy zastosowaniu tej metody znamy początkową zawartość cukrów, a stąd dokładniej można ocenić wielkość syntezy i hydrolizy.

3. Metoda infiltracji próżniowej jest obciążona dość dużymi błędami niekontrolowanymi. Być może w grę tu wchodzi wpływ samej infiltracji na metabolizm w pierwszych godzinach po wprowadzeniu do przestworów międzykomórkowych roztworów wodnych badanej substancji lub przesunięcie równowagi enzymatycznej w kierunku hydrolizy.

4. Niemały wpływ mogą też mieć zmiany w zawartości polisacharydów w czasie doświadczenia. Na poparcie tego przypuszczenia można przytoczyć fakt, że rośliny zawierające dużo skrobi w liściach dają bardziej niezgodne wyniki pomiędzy równoległymi próbkami, np. liście tytoniu.

5. W metodzie tej lepsze wyniki dają oznaczenia hydrolizy; 65% wyników mieści się w granicach błędów do 10% od średniej arytmetycznej, a 90% wyników zawiera się w granicach poniżej 20%.

Oznaczanie syntezy jest zwykle obarczone większym błędem. Do 10% błędu mieści się tylko 41% wyników, a 90% wyników mieści się dopiero w granicach do 45% błędu.

6. Doświadczenia krótkotrwałe — jednodniowe, których celem jest stwierdzenie wpływu jakiegoś czynnika na syntezę i hydrolizę sacharozy (np. wpływ eteru, pH, KCN, stężenie substratu) dają wyniki bardziej zgodne, niż doświadczenia długotrwałe.

7. Metoda powyższa nie nadaje się do śledzenia przebiegu syntezy lub hydrolizy w całym okresie wegetacji, ponieważ małe próbki niedostatecznie reprezentują całą roślinę oraz ze względu na zmieniającą się zawartość cukrów w roślinie.

8. W wyniku badania powyższą metodą syntezy i hydrolizy sacharozy w owsie stwierdzono: a) zarówno synteza jak i hydroliza wzrastają wraz ze wzrostem stężenia wprowadzonego do rośliny roztworu cukru i są proporcjonalne do czasu trwania doświadczenia, b) wprowadzając wraz z cukrami bufory o różnym pH stwierdzono, że wielkości hydrolizy nie zależą od pH roztworu, c) przy wprowadzeniu do roślin eteru następuje zahamowanie syntezy i znaczny wzrost hydrolizy, d) KCN wprowadzony wraz z cukrami w odczynie alkalicznym powoduje obniżenie hydrolizy i syntezy, natomiast w odczynie słabo kwaśnym — znaczny wzrost hydrolizy i nieznaczny spadek syntezy.

Panu Profesorowi dr M. Korczewskiemu pragnę wyrazić głęboką wdzięczność za cenne rady i wskazówki udzielane mi w czasie wykonywania niniejszej pracy.

Zakład Fizjologii Roślin SGGW. (Wpłynęło dn. 22.V.1954 r.)

SUMMARY

In the present work Kursanov's vacuum-infiltration method was used. This method consists on introducing of sucrose or inverted sugars solutions into the intercellulary spaces of the leaves and measuring the changes in the sugars contens (synthesis or hydrolysis of sucrose). As controls leaves infiltrated with destilled water were used.

Using oat as test plant following results were obtained:

1. The infiltration method gives better results with young plants which have low sugar content. From such material it is easier to have more representative samples.

2. With older plants it is advised to use only the method of leaves-halves; in this method we know the initial content of sugars and we can more precisely evaluate the rate of hydrolysis and synthesis.

3. The infiltration method is charged with many uncontrolled sources of errors. Probably the mere infiltration causes changes in the metabolism of the plant (especially in first hours) shifting the enzymatic balance towards the hydrolytic processes.

4. Great influence on the results of the experiments excersise also the changes in the content of polysaccharides in the investigated plants. The plants with high content of starch in the leaves (e. g. tobacco) give more inadequate results in parrallel samples.

5. Using this method better results are obtained with hydrolysis than with synthesis. In the case of hydrolysis 65% of parallel samples show errors to 10% (calculated from arithm. mean) and 90% of samples show errors to 20% whereas in the case of synthesis only 41% of samples show errors to 10% and 90% of samples show errors as high as to 45%.

6. Short-lasting experiments of one day give more accurate results than the long-lasting ones. This method is rather suitable for studying the influence of some factors on the synthesis or hydrolysis of sucrose (eg. ether, pH, KCN a. s. o.).

7. This method is unsuitable for studying the course of synthesis or hydrolysis during the whole vegetation period because small samples do not represent the whole plant and the content of sugars in the plant is always changing.

8. In studying the rate of hydrolysis and synthesis of sucrose it was found that a) both synthesis and hydrolysis increase with the increasing concentrations of the infiltrated sugar solutions and are proportionate to the time of the experiment, b) introducing together with the sugars buffers having different pH values the rate of hydrolysis is independent on the pH values, c) introducing into the leaves ethylene-ether causes an inhibition of synthesis and marked increase of hydrolysis and d) KCN solution introduced into the leaves in alcaline medium causes the decrease of hydrolysis and synthesis whereas in acid medium it causes the great increase of hydrolysis and small decrease of synthesis.

LITERATURA

Biełozjerski A. i Proskuriakow N., 1951, Prakticzeskoje rukowodstwo po biochimii rastienij, Tł. polskie 1954, str. 251—253.

Björksten J., 1930, „Biochemische Zeitschrift", 225.

Mc Cready i Hassid W. Z., 1941, „Plant physiology" 16, 599—609.

Fujita Akiji i Danzo Iwotake, 1931, „Biochem. Zeitschrift", 242, str. 43.

Keyssner E., 1931, „Planta", 12, 575—587.

Kobiakowa A. i Sisakian N., 1941, „Biochimija", 6, 51—57.

Kursanow A., 1941, „Advances in enzymology", 1. Tł. polskie Problemy biochemii, „Post. Wiedzy Roln." Zesz. 8, 1952, 42—77.

Kursanow A., Isajew, Potapenko, 1947, „Biochimija", 12, str. 7.

Kursanow A., Pawlinowa O., 1950, „Biochimija" 15, 178—185.

Kursanow A., Pawlinowa O., 1952, „Biochimija", 17, 446—455.

Lundegårdh H. i Burström H., 1944, „Annals of the Agricultural College of Sweden", 12, 51—69.

Mothes K., 1933, „Planta", 19, str. 117.

Oparin A., Zenczenko W. A., 1949, Problemy biochimii w miczurinowskoj biołogii, 81—91.

Oparin A. i Gelman, 1952, „D. A. N.", 85.

Rubin B., Sokołowa, 1947, „D. A. N.", 58, 1993—1996.

Rubin B., 1949, Problemy biochimii w miczurinowskoj biołogii „Izdatielstwa Ak. Nauk SSSR", str. 113—150.

Sisakian N. i Wasiliewa N., 1950, „Biochimija", 15, 394—400.

ACTA SOCIETATIS
BOTANICORUM POLONIAE
Vol. XXIV — Nr 2
1955

Tytus Chałubiński jako botanik (1820—1889)

Tytus Chałubiński comme botaniste

B. HRYNIEWIECKI

Tytus Chałubiński, jak wiemy, był przede wszystkim jednym z najwybitniejszych polskich lekarzy. Po studiach w Akademii Medyko-Chirurgicznej w Wilnie, a następnie w uniwersytetach w Dorpacie i Würzburgu, zacząwszy karierę lekarską w skromnym szpitalu ewangelickim w Warszawie, wybił się na czołowe stanowisko jako klinicysta, tak że w r. 1858 został profesorem w Akademii Lekarskiej na katedrze chorób wewnętrznych, by przejść następnie na to samo stanowisko w Warszawskiej Szkole Głównej (1862—1869) zmuszony do ustąpienia w r. 1871. Zdobył on sobie uznanie jako świetny diagnosta, twórca szkoły lekarskiej i powszechnie ceniony lekarz praktyk. Imię swoje potem związał z Tatrami, które poznał znakomicie, a zwróciwszy uwagę na dobroczynne działanie klimatu górskiego na chorych gruźliczych, wskazał na te góry nie tylko z punktu widzenia miłego tam pobytu, lecz jako na sanatorium, — słowem, jak mawiano, ,,odkrył Tatry" dla szerokich rzesz ludności. Osiadłszy w Zakopanem, zaopiekował się ludem miejscowym, powołując do życia mnóstwo instytucji, mających na celu poprawę bytu górali, a wyżywając się w licznych wycieczkach górskich, nie omieszkał badać szaty roślinnej mchów naskalnych. Z obiektów dotyczących przyrody Tatr i góralszczyzny, zgromadzonych przez niego i z jego inicjatywy przez innych zbieraczy, powstały zręby Muzeum Tatrzańskiego w Zakopanem, związanego dziś z jego imieniem. Z wielkim znawstwem i z dużym nakładem kosztów uzbierana kolekcja minerałów stała się ważną pomocą naukową w Politechnice Warszawskiej. Gdy w r. 1881 w Warszawie powstał ruch naukowy dzięki założeniu Kasy im. Mianowskiego, widzimy go na czele tej instytucji, jako pierwszego jej prezesa (1881—1886) i jednego z założycieli i redaktorów ,,Pamiętnika Fizyograficznego", poświęconego badaniu naszej przyrody. Wśród tej różnostronnej działalności Chałubiński zostawił cenne karty również i w historii botaniki w Polsce.

Urodzony w r. 1820 w Radomiu (według innej wersji na wsi w Radziwku pod Radomiem, Chałubiński wykształcenie średnie (1830—1838)

otrzymał w szkole wojewódzkiej w Radomiu. W programach ówczesnych szkół polskich naukom przyrodniczym udzielano sporo miejsca. Pierwszym nauczycielem w tej dziedzinie, który wzbudził w nim zamiłowanie do nauk przyrodniczych był młody pijar, późniejszy biskup lubelski ks. Walenty Baranowski. Po uzyskaniu matury nie mógł studiować w Warszawie, gdyż uniwersytet po powstaniu listopadowym został zamknięty. „Gdyby wówczas istniał gdzie wydział przyrodniczy w uniwersytecie krajowym", jak pisze jego kolega dr L. Natanson, „Chałubiński z pewnością nie byłby wybrał powołania lekarza. Przed innymi pociągały go nauki przyrodnicze, a głównie botanika. Wzorem dla niego był Cienkowski".

Wobec tego, że po likwidacji Uniwersytetu Wileńskiego, jego wydział lekarski odrodził się w postaci Akademii Medyko-Chirurgicznej (1832—1842), Chałubiński rozpoczął tam wyższe studia. Ta nowa uczelnia, powstała z dawnego Wydziału Lekarskiego, ograniczona wprawdzie nieco w stosowaniu języka polskiego, kontynuowała jednak tradycje Uniwersytetu Wileńskiego ze sławnym Jędrzejem Śniadeckim na czele. Prócz niego wykładali dawni profesorowie i adiunkci, jak Adolf Abicht (filozof), Adam Bielkiewicz (anatom), Ignacy Fonberg (chemik), Stanisław Batys Gorski (botanik i farmakognosta), Mikołaj Mianowski (fizjolog i klinicysta), Konstanty Porcyanko (chirurg), Feliks Rymkiewicz (klinicysta), przybywały potem i nowe siły: Józef Korzeniewski do chirurgii, Ludwik Siewruk do anatomii patologicznej i Józef Mianowski (w r. 1837, późniejszy rektor Warszawskiej Szkoły Głównej) do fizjologii.

Znów korzystają z tej uczelni liczni Polacy, pragnący się specjalizować w medycynie.

Interesując się botaniką, Chałubiński trafił do środowiska, gdzie wybitnie kwitła ta gałąź przyrody, rozwijając się siłą rzeczy w jednym kierunku — florystyki, zmierzającej do poznania własnymi siłami roślinności swego kraju. Tu działał sprowadzony w r. 1777 z zagranicy z początku do Grodna do Królewskiej Szkoły Lekarskiej wybitny botanik J. E. Gilibert (1741—1814), który powołany na profesora do Wilna w r. 1781 założył tam pierwszy Ogród Botaniczny i wydał po łacinie pierwszą florę Litwy — *Flora lithuanica* (1781—1784) oraz *Exercitia phytologica* (1792) będące ważnym fundamentem do dalszych badań tej flory.

W Wilnie ks. Stanisław Bonifacy Jundziłł (1761—1847) wydał pierwszą polską florę Litwy (1791, II wyd. 1811); objął w r. 1797 katedrę botaniki i stworzył nowy Ogród Botaniczny. Jego następca na katedrze Józef Jundziłł wydał (w r. 1830) kompilacyjną pracę o szerszym zakresie pt. „Opisanie roślin na Litwie, Wołyniu, Podolu i Ukra-



Tytus Chałubiński

(1820—1889)

inie dziko rosnących", gdzie po raz pierwszy w Polsce były uwzględnione i mchy, którymi później zajmował się Chałubiński; ogłosił on również kilka przyczynków specjalnych dotyczących flory Żmudzi i Litwy. W tym samym czasie (w r. 1830) wyszło dzieło Eichwalda „Naturhistorische Skizze von Lithauen, Volhynien, Podolien und Ukraine", którego botaniczna część jest dziełem Gorskiego. Jednym słowem ośrodek wileński górował wówczas znacznie nad warszawskim, gdzie miejscowi floryści, zanim wyszła później „Flora Polska" J. Wagi, musieli się kontentować tylko przestarzałym „Dykcyonarzem roślinnym" ks. K. Kluka.

W dziedzinie botaniki pierwszym uniwersyteckim nauczycielem Chałubińskiego stał się Stanisław Batys Gorski (1802—1864)[1]. Wykładał on oprócz botaniki farmację i farmakognozję i dał się poznać z cennych prac; oprócz wymienionej już części botanicznej dzieła Eichwalda, był pierwszym polskim badaczem puszczy Białowieskiej (w latach 1823 i 1826), a w dziele Michała Balińskiego „Opisanie statystyczne miasta Wilna" (1835) podał stanowiska rzadkich roślin w liczbie 125 gatunków w okolicach tego miasta.

Okoliczność ta mogła być pobudką dla innych florystów w badaniu miejscowej flory i wywarła wpływ na Chałubińskiego podczas jego pierwszego roku pobytu w Wilnie. O tym okresie jego życia pisze jego kolega dr. Ludwik Natanson: „Zbliżyliśmy się serdecznie a w następstwie widywali często, najwięcej wieczorem, bo Chałubiński od świtu zwykł był wybiegać w góry Ponarskie, nad brzegi Wilji i Wilejki aż do jeziora Trockiego i całe dnie w lasach, po polach i łąkach przebywał. W murach było mu ciasno i dopiero na otwartym powietrzu pełną piersią oddychał" („Wszechświat", VIII. 1889. Nr 46, s. 726).

Wobec tego, że w niedługim czasie Akademia Medyko-Chirurgiczna w Wilnie miała być zlikwidowana, Chałubiński wraz z kilkoma kolegami w r. 1840 przenieśli się do Uniwersytetu Dorpackiego, gdzie w owe czasy studiowało sporo Polaków.

Był to osobliwy w Rosji uniwersytet, gdyż wykłady odbywały się w języku niemieckim. Założony przez cara Aleksandra I w r. 1802, w centrum Estonii w Dorpacie (Tartu), nie miał bynajmniej celu podniesienia oświaty ludności autochtonicznej, lecz powstał jako przeciwdziałanie wyjazdom młodzieży z Rosji na studia za granicę do Niemiec, aby nie zarażali się tam politycznymi nowinkami, jakie płynęły z Zachodu po rewolucji francuskiej; należało więc stworzyć im w kraju uniwersytet niemiecki. Jednocześnie był to przychylny gest w stronę Niemców, baronów nadbałtyckich, którzy mieli wielkie wpływy na carskim dworze. W ten sam sposób jak

---

[1] Patrz: B. Hryniewiecki, Stanisław Batys Gorski. Życiorys i prace. PAU „Prace Komisji Hist. Med. i Nauk. Mat.-Przyr.". T. IV, Nr 2, Kraków 1952, str. 26, z portr. i 3-ma tabl.

Piotr I i jego następcy tworzyli Akademię Nauk, sprowadzając Niemców i dobrze ich opłacając, tak samo do Dorpatu angażowano niemieckich profesorów, nieraz bardzo wybitnych. W wyniku uniwersytet ten pod względem naukowym w wielu dziedzinach stanął dość wysoko i górował nad innymi uniwersytetami Rosji.

Chałubiński miał z początku trudności przy wstąpieniu na uniwersytet, gdyż słabo znak język niemiecki, lecz bardzo prędko, dzięki fenomenalnej swej pamięci, poznał ten język i z zapałem jął czytać niemieckich filozofów i przyrodników.

Co się tyczy botaniki, to trafił podobnie, jak w Wilnie, na środowisko, gdzie jeszcze na większą skalę rozwijał się kierunek systematyczno-florystyczny z zaniedbaniem innych działów botaniki. Kierunkowi temu dał gruntowne podstawy sprowadzony z Niemiec, najwybitniejszy w owe czasy badacz flory Rosji C. F. Ledebour (1785—1851). Był on profesorem botaniki w Dorpacie od r. 1811 do 1836. W r. 1825 przedsięwziął podróż w góry Ałtaju i mając do pomocy zdolnych uczniów A. Bungego i C. A. Meyera wydał w czterech tomach dzieło: *Flora Altaica* (I, 1829, II, 1830, III, 1831, IV, 1833), a obok tego wydał wspaniały atlas z 500 tablic pt. *Icones plantarum novarum vel imperfecte cognitarum floram rossicam imprimis altaicam illustrantes.* (I—V. 1828 — 1834). Po tym jakoby wstępie pokusił się do opracowania całości flory obszernego państwa Rosyjskiego. Jego *Flora Rossica* w 4-ch tomach (1842—1853) jest dla flory Rosji dziełem pomnikowym. Chałubiński nie zastał już w Dorpacie Ledeboura, lecz botanikę studiował pod kierunkiem jego ucznia, również wybitnego botanika doktora medycyny Aleksandra Bungego (1803—1890), który był profesorem botaniki w Dorpacie od r. 1836 do 1867. Bunge był to bardzo biegły systematyk, wsławił się zwłaszcza opracowaniem monograficznym wielu trudnych rodzajów rosyjskiej flory.

Chałubiński, zdobywszy już w Wilnie podstawy przyrodnicze konieczne do studiów medycyny, przez 2 lata pobytu w Dorpacie (od 1840 do 1842) położył jeszcze większy nacisk na zdobycie głębszej wiedzy przyrodniczej i filozoficznej i opuścił Dorpat po napisaniu na stopień kandydata nauk przyrodniczych dysertacji pt. „Historyczny przegląd mniemań o płciowości i sposobie zapładniania się roślin".

W r. 1842 Chałubiński udał się do Würzburga, aby w tamtejszym uniwersytecie zakończyć studia lekarskie i pracując tam, jak pisał, po 19 godzin na dobę — w dzień w klinikach, w nocy nad księgami — w r. 1844 zdobył tytuł dra medycyny, po zdaniu egzaminów lekarskich i obronie rozprawy pt. „O moczu ze stanowiska fizjologicznego i patologicznego".

O wyborze uniwersytetu w Würzburgu mylnie informuje prof. J. Nusbaum w pracy „Szlakami nauki ojczystej" (Warsz. 1916, str. 86), pisząc: „do wyboru Würzburga w znacznej mierze przyczyniła się ta okoliczność,

że słynął tam wówczas znakomity botanik prof. Schleiden. W jego też laboratorium pracował między innymi młody student medycyny". Tymczasem wówczas Schleiden, zanim przeniósł się do Dorpatu, był przez długie lata (od 1839 do 1862) profesorem w Jenie, w Würzburgu zaś katedrę botaniki reprezentował prof. August Schenk (1815—1891) z którym kontaktował się Chałubiński w swych studiach botanicznych.

W tych czasach powstały dwie pierwsze młodzieńcze prace botaniczne Chałubińskiego, drukowane w Bibliotece Warszawskiej w r. 1843 i w 1846.

Pierwsza praca pt. „Historyczny przegląd mniemań o płciowości i sposobie zapładniania się roślin" jest spolszczeniem dysertacji kandydackiej, napisanej w Dorpacie pod kierunkiem prof. A. Bungego. Tutaj Chałubiński wykazał wielką pracowitość, sumienność i krytycyzm w przeglądzie obszernej literatury, jaka wyszła w omawianej kwestii. Podzielił tę historię na 3 okresy: 1. Mniemania starożytnych i ich następców do końca XVI wieku 2. Rozwinięcie idei o płciowości do końca pierwszej ćwierci XIX wieku. 3. Przygotowanie to teorii Schleidena i jej rozwinięcie do ostatnich czasów.

Podziwiać można pracowitość autora, który przewertował mnóstwo prac, cytując około setki autorów, dla ścisłego udokumentowania przytaczając oryginalne cytaty, niektóre bardzo długie dla prac starożytnych i średniowiecza w języku łacińskim. Było to dobre w oficjalnej dysertacji pisanej po łacinie, czy po niemiecku, lecz w pracy spolszczonej dla czytelników Biblioteki Warszawskiej był to efekt chybiony. Dziś w perspektywie czasu ta praca, choć dobrze świadczy o pracowitości autora, posiada wiele wad, za które winę ponosi nie młody autor, lecz kierownik prof. Bunge, który całe życie z wielkim powodzeniem uprawiał systematykę roślin kwiatowych i niczym nie wykazał, że interesuje się ogólnymi zagadnieniami botaniki. On, zapewne, zaaprobował plan pracy, w której usunięto rozważania dotyczące płciowości u tak zwanych roślin skrytopłciowych *(Cryptogamae)*, ponieważ są tam rzekomo tylko domniemania i hipotezy, lecz brak faktów. „Wyjąłem tu spod uwagi rośliny skrytopłciowe", pisze Chałubiński, „gdyż wszystko, co się o ich mniemanej płci podobało powiedzieć Hedwigowi, Koelreuterowi, Meyenowi i tylu innym, skądinąd mężom wielkiego imienia i wielkich zasług, jest płodem złego zrozumienia natury tychże roślin i braku logicznego zorientowania. Są to pomysły czerpane z fantazji, która aby nadać pewnemu szeregowi istot cechę systematycznej jedności, przypisywała rozmaitym organom funkcje do nich nie należące. Z tych powodów wyliczanie podobnych hipotez nie może znaleźć miejsca obok usiłowań wyjaśnienia tego, co się w istocie znajduje".

Tymczasem w dziedzinie choćby mchów, którymi Chałubiński później się zajmował,, już w r. 1784 wyszła w Peterburgu praca J. Hedwiga,

który wyróżnił fakt istnienia w pewnym stadium rozwoju mchów tworów zwanych rodniami *(Archegonia)* i plemniami *(Antheridia)* i chociaż autor tego odkrycia nie umiał go powiązać z wyższymi roślinami, lecz fakt pozostał faktem, który każdy łatwo może sprawdzić, nie hipotezą. U glonów np. jak *Vaucheria* już w początku XIX wieku stwierdzono, że może się ona rozmnażać nie tylko przy pomocy pływek, lecz również wytwarza jaja i plemniki.

W tej pracy brak perspektywy; wobec nagromadzenia wielkiego materiału, nazwiska właściwych odkrywców giną w powodzi wielu nazwisk autorów małowartościowych. Z historii botaniki wiemy, że nowe prawdy nie zjawiają się od razu, jak Minerwa z głowy Jowisza, lecz sprawa zaczyna się często od hipotezy, ktoś inny sprawdzając ją przytacza na jej korzyść pewne fakty, inny znów uczony dodaje coś nowego i tak stopniowo wyłania się pełna prawda naukowa o danym zjawisku. Tak np. w teorii płciowości możemy prześledzić cały łańcuch od Camerariusa, Koelreutera, R. Browna aż do Amici'ego, któremu należy przypisać ostateczne konkretne dowody istnienia płci u roślin.

Chałubiński, kończąc swą pracę, pisze: „Tak więc Schleidenowi winną zostaje botanika rozwiązanie jednego z najwięcej obchodzących ją pytań". Tymczasem Schleiden nie tylko nie wyjaśnił tej sprawy, lecz ją zaciemnił, popełniając kapitalny błąd, odwracając pojęcie elementów męskich i żeńskich. Przypuszczał on, że łagiewka pyłkowa wnosi już gotowy żeński element do wnętrza zalążni, gdzie w zetknięciu z elementem męskim, przekształca się w zarodek. Nie można się dziwić młodemu studentowi, że olśniony wielkością znakomitego uczonego, jakim był Schleiden, nie potrafił odnieść się krytycznie do jego teorii zwłaszcza, że wielu uczonych współczesnych poszło za nim i broniło jego poglądu, a sam Schleiden dopiero w r. 1861 (w IV wydaniu swego podręcznika) odwołał ten swój kapitalny błąd.

Drugą młodzieńczą pracą botaniczną Chałubińskiego jest „Rzut oka na dzieje botaniki i na stosunek jej do innych umiejętności przyrodniczych", drukowany w Bibliotece Warszawskiej w r. 1846.

Wstęp jest przeniknięty jakimś pesymizmem i kompleksem niższości w stosunku do osiągnięć naukowych botaniki w porównaniu z innymi naukami przyrodniczymi. Pisząc o starożytności i średniowieczu, podnosząc zasługi Teofrasta, wypowiada dalej następujący sąd: „ani u Rzymian, ani u Arabów, ani pomiędzy uczonymi chrześcijańskimi średnich wieków nie było i jednego, któryby z samodzielnością i zamiłowaniem zwrócił bliższe oko na płody świata roślinnego". Przeczą temu nazwiska Pliniusza, Dioskorydesa, Varrona i Katon'a *(De re rustica)* u Rzymian, Avicenny i Ibn Beithara u Arabów, oraz autorów śred-

niowiecza, jak Albert lub Krescentyn. Wszyscy oni jednak „zwracali bliższe oko na liczne płody świata roślinnego".

Wierny swemu założeniu, wypowiedzianemu w poprzedniej pracy, że wśród roślin tak zwanych skrytopłciowych nie stwierdzono żadnych faktów istnienia płciowości, wypowiada zdanie, któremu kłam zadał nawet ówczesny rozwój botaniki. „Nie pytając jakie może mieć znaczenie płeć u roślin, nie badając bliżej stosunków ich rozmnażania się, szukano przez długie, owszem wstyd prawie wyznać, aż po ostatnie czasy podwójnych organów płciowych u paproci, mchów, grzybów, liszajców, utrzymując Bóg wie z jakich powodów, że te rośliny muszą je posiadać koniecznie". Nie mówiąc o poprzednich zdobyczach w tej dziedzinie, w dwa lata potem rodak nasz M. H. Leszczyc-Sumiński, nie szukając specjalnie narządów płciowych, lecz jak przystało na przyrodnika, obserwując dokładnie stopniowy rozwój paproci z zarodnika, znalazł tam, opisał i odrysował narządy płciowe paproci.

Środowiska Wileńskie a potem Dorpackie, gdzie kwitła wyłącznie systematyka, spowodowały, że ten zarys dziejów botaniki jest właściwie dobrym szkicem historii rozwoju systematyki i morfologii roślin. Autor streszcza wiernie najważniejsze etapy rozwoju tej gałęzi botaniki, zwracając uwagę na takich autorów, jak Bauhinowie, Magnol, Tournefort, podnosząc następnie zasługi Linneusza i twórców systemu naturalnego w osobach A. W. Jussieu'ego i A. P. Decandolla, poświęca sporo miejsca pierwszym anatomom, jak N. Grew i M. Malpighi i ich kontynuatorom, jak Mirbel, Link, Richard i Treviranus, jednak nazwiska Leeuwenhoeka nie wymienia wcale.

Fizjologii roślin poświęca zaledwie parę wierszy, pisząc: „Co do organografii i fizjologii roślinnej, te miały wprawdzie kilku znakomitych badaczów po Linneuszu, lub nawet jemu współczesnych, jako to: Gleichena, Halesa, Duhamela, a szczególniej Bonneta, Saussura i Gärtnera, lecz właściwie dopiero w naszym wieku wyżej się wznosić zaczęły". Widzimy tu obok ojca współczesnej fizjologii St. Halesa, któremu należałoby się specjalne omówienie, nazwisko Gleichena, który niczym nie przyczynił się do postępów fizjologii, obok nazwiska Duhamela, Saussure'a i Gärtnera nazwisko Bonneta, które w krótkim szkicu można śmiało opuścić.

Tymczasem na przełomie XVIII i XIX wieku dokonało się doniosłe odkrycie dla zrozumienia życia rośliny, dotyczące asymilacji dwutlenku węgla przez rośliny zielone, związane z nazwiskami Pristley'a, Ingenhoussa, Senebiera i Teodora Saussure'a; w początku XIX wieku wyszły klasyczne prace T. A. Knighta (czyt. Najt) dotyczące tropizmów, między 1826—1837 wyszły doniosłe prace R. H. J. Du-

trocheta dotyczące zjawisk chemicznych przy oddychaniu, ciepła właściwego organizmów i zjawisk osmotycznych w roślinach. W r. 1842 Wiegman i Polstorf uzasadnili doświadczalnie potrzebę substancji mineralnych zawartych w popiele do normalnego rozwoju roślin. O tych doniosłych osiągnięciach w botanice nie ma nic w pracy Chałubińskiego. Kończy on swój szkic, podkreślając bardzo słusznie przełom jakiego dokonał M. J. Schleiden (1804—1881), zrywający z bezduszną metodą epigonów Linneusza i kierując botanikę na nowe tory badania komórki, morfologii i procesów rozwoju rośliny.

Zamiłowanie do botaniki nie opuszczało go w Würzburgu, jak świadczy o tym znaleziony przez prof. A. Wrzoska w jego papierach rękopis prawie gotowy do druku pracy o szparkach u roślin. Pracę tę pt. „Zur Entwicklungsgeschichte der Spaltöffnungen" (Würzburg 1845) poddał gruntownej analizie prof. A. Wodziczko. Autor, mający pewną predylekcję do mszaków, rozpoczął badania od kanałów przededechowych u wątrobowców i przeszedł do innych grup roślin jak paprocie, rośliny jednoliścienne i dwuliścienne różnych biologicznych typów, zbadawszy w ten sposób 26 gatunków. „Pracę tę", jak pisze Wodziczko, — „musimy uważać raczej za cofnięcie się w stosunku do poglądów, które reprezentowali już wówczas klasycy anatomii, jak Mohl, Nägeli i inni". Wyjaśnienie istotnej historii rozwoju szparek zawdzięczamy klasycznej pracy Edwarda Strasburgera wykonanej w Warszawie w r. 1867, kiedy autor był docentem Warszawskiej Szkoły Głównej. „Praca ta", pisze Wodziczko, „wyjaśniła ostatecznie, że otworów przedechowych u wątrobowców nie można homologizować, jak to uczynił Chałubiński, ze szparkami oddechowymi roślin wyższych, z którymi mają tylko jednakową funkcję fizjologiczną a odmienną budowę i rozwój, że komórki szparkowe należą do skórki a nie leżącego pod nią miękiszu i powstają przez podział komórek macierzystych skórki, że przy powstawaniu szparek nie ma miejsca żadne wypadanie komórek skórki. Także inne przypuszczenia Chałubińskiego znalazły z czasem odmienne wyjaśnienia: łuski na młodych liściach paproci są to utwory włoskowate, a nie wypadające przy rozwoju szparek komórki skórki; także pokrywa woskowa liści i owoców, jak też obce ciała, które nieraz zatykają otwory szparek, nie mają żadnego związku z rzekomo wypadającymi komórkami."

Podczas pisania tej rozprawy Chałubiński komunikował się z prof. A. Schenkiem i ten wskazał na świeżo wyszłą pracę wybitnego anatoma roślin Mohla „Über die Entwicklung der Spaltöffnungen" (Vermischte Schriften. Nachtrag, 1845) i widocznie pod wpływem jego uwag Chałubiński tej pracy nie opublikował. Sumienność i skrupulatność badacza wzięła górę nad ambicją młodego autora. W pracy tej są jednak cenne nowe uboczne spostrzeżenia np. odkrycie ciałek oleistych u wątrobowców

i elajoplastów u liliowatych; wobec nieogłoszenia tej pracy ominęło go prawo priorytetu do tych odkryć.

Po zdobyciu dyplomu doktora medycyny i zwiedzeniu następnie wielu klinik europejskich Chałubiński na początku 1846 r. przybył do Warszawy, gdzie znów musiał zdać odpowiedni egzamin dla uzyskania nostryfikacji swego dyplomu. W tym czasie zetknął się znów z botaniką. Był on wtedy w ciężkim położeniu materialnym, gdyż fundusz jaki miał na wyjazd za granicę wyczerpał się, praktyki lekarskiej jeszcze sobie nie wyrobił, skwapliwie więc przyjął propozycję przyjaciół przyrodników warszawskich dokonania przekładu z francuskiego podręcznika botaniki Adriana Jussieu. Podręcznik ten wszedł do serii 3-ch najważniejszych podręczników zawierających „Wykłady początków historii naturalnej", zatwierdzonych przez Uniwersytet francuski i Radę Wychowania do użytku w szkołach, a mianowicie: 1. Mineralogia i geologia przez F. S. Beudanta, 2. Botanika przez Adriana de Jussieu i 3. Zoologia przez Milne-Edwardsa.

Adrian de Jussieu (1797—1853) był synem znakomitego współtwórcy systemu naturalnego Antoniego Wawrzyńca de Jussieu (1748—1836), miał za sobą cenne prace botaniczne, był członkiem Instytutu i profesorem w Muzeum Historii Naturalnej w Paryżu. Przekład tej książki (w r. 1849) był pierwszym podręcznikiem na wysokim poziomie, gdyż dawniejsze podręczniki ks. Kluka i ks. St. Bon. Jundziłła były przestarzałe i stały na poziomie szkół podstawowych. Chałubiński musiał pokonywać duże trudności wobec nieustalonej polskiej terminologii; niektóre z nowych terminów wprowadzonych przez niego dotąd się ostały. Polscy botanicy i pedagogowie przyjęli ten przekład z wielkim zadowoleniem; przez lat kilkadziesiąt ten podręcznik był u nas jedynym źródłem wiedzy botanicznej na wyższym poziomie.

Okres warszawski życia Chałubińskiego (od 1846 do 1871) wypełniony całkowicie pracą leczniczą i profesorską odsunął go od jego ulubionej nauki — botaniki. W r. 1852 wraz z przyjaciółmi przyrodnikami J. Aleksandrowiczem i K. Jurkiewiczem odwiedził w lecie Tatry. Lecz dopiero gdy w r. 1873 obrał sobie Zakopane za stałą letnią siedzibę, by później osiąść w Tatrach na stałe, rozpoczął się nowy okres jego życia — tatrzański. Z Tatrami Chałubiński zetknął się jeszcze w młodości. Gdy w r. 1848 wybuchło powstanie węgierskie, Chałubiński jako lekarz ambulansowy pośpieszył na pomoc Węgrom. Nie mógł tego uczynić jawnie, więc się przemykał przez Tatry przy pomocy przewodników górali; przybył jednak dość późno, gdy powstanie dogorywało, gdyż żandarm Europy Mikołaj I pchnął swoje wojska na pomoc Austrii. Powrót również odbył się przez Tatry. O tym pięknym młodzieńczym epizodzie jego życia życiorysy pisane pod carską cenzurą ze zrozumiałych względów milczą. Dopiero w ostatnich latach sprawa ta została wyjaśniona.

Organizując masowe wycieczki w Tatry, często bez programu, wraz z zastępem bliskich sobie górali i góralską orkiestrą, z nieodstępnym Sabałą z jego gęślikami, Chałubiński nie tylko przeżywał miłe chwile swobody, szerokiego oddechu górskim powietrzem, oderwania się od zwykłych trosk dnia powszedniego, podziwiania junackich tańców góralskich wieczorami dookoła watry, lecz jednocześnie w tych wyprawach postawił sobie cele naukowe — zbadania mchów tatrzańskich. Zawsze za nim szedł góral z torbą, a Chałubiński na szczytach wierchów, przełęczach, lasach i halach zbierał starannie mchy, zawijał je w torebki, etykietował prowizorycznie i kładł do torby, aby potem zebrany w lecie materiał w zimie przy pomocy lupy, mikroskopu i odpowiednich dzieł bryologicznych oznaczyć dokładnie według najnowszych wskazań systematyki.

Gdy powstało, nie bez udziału Chałubińskiego, w r. 1876 Towarzystwo Tatrzańskie, ogłosił on na łamach ,,Pamiętnika" (z r. 1878 i 1879 t. III i IV) krótkie sprawozdanie z wyników swych prac dotyczących mchów tatrzańskich, przedstawiając spisy gatunków zebranych i oznaczonych z wycieczek w Tatry w latach 1876 i 1877.

W pierwszym spisie podaje 207 gatunków, wśród nich jest jeden rodzaj *Dicranum,* nie notowany dotąd w Tatrach i kilka gatunków rzadkich zarówno w Tatrach, jak i w Alpach, jak *Conostomon boreale* Sw., *Bryum Blindii* B. E., *Dicranoweissia* Schl. i *Tetraplodon angustatus* (L. fil.) B. E. Drugi spis zawiera 116 gatunków, wśród nich nowe dla Tatr: *Pleuridium nitidum* (H) B. E., *Sphaerangium muticum* (Schreb) S. i *Ephemerum serratum* (Schreb) Hmp. Przy zbieraniu mchów Chałubiński zwrócił specjalną uwagę na mały meszek *(Grimmia),* występujący przeważnie w górnej części Tatr, nie rzucający się w oczy przeciętnemu turyście i postanowił gruntownie go zbadać wraz z całą rodziną, do której należy, odwiedzając coraz to inne szczyty tatrzańskie. W ten sposób powstała doskonała monografia napisana po łacinie pt. ,,*Grimmicae Tatrenses*". Wyszła ona w Warszawie w II tomie ,,Pamiętnika Fizyograficznego (z r. 1882) i została opatrzona 18 tablicami pięknie wykonanych rysunków dotyczących szczegółów budowy 28 gatunków, należących do tej rodziny, w której autor wyróżnił 3 rodzaje: *Grimmia* (18 gatunków), *Geheebia* (1 gatunek) i *Racomitrium* (9 gatunków). Praca ta dostępna ze względu na język łaciński badaczom całego świata spotkała się z wielkim uznaniem u wszystkich specjalistów.

Uwieńczeniem prac nad mchami flory tatrzańskiej było ogłoszenie w r. 1886 w tomie IV tegoż ,,Pamiętnika Fizyograficznego" również w języku łacińskim, z polskim wymienieniem stanowisk, spisu wszystkich mchów liściastych w Tatrach zebranych, obejmującego 422 gatunki pt. ,,*Enumeratio muscorum frondosorum tatrensium hucusque cognitorum*".

Chałubiński nie był pierwszy w badaniu mchów tatrzańskich; cytuje on w swojej pracy szereg nazwisk badaczów, którzy zahaczyli o Tatry i dali drobne przyczynki do rozmieszczenia mchów w tych górach. Pierwszym z nich był Szwed Jerzy Wahlenberg, który na początku XIX wieku postawił sobie cel zbadania pionowego rozmieszczenia roślin w górach, co uczynił kolejno w górach Skandynawii, następnie w Alpach, a w r. 1814, osiadłszy w Sławkowie, i w Tatrach. Dwukrotnie zajrzał tutaj (w r. 1847 i 1855) profesor lwowski Hiacynt Łobarzewski, który obok Józefa Jundziłła, pierwszy w Polsce interesował się mchami.

W latach 1855 i 1865—6 odwiedzał Tatry Węgier F. Hazslinszky. Zbiorowa wycieczka niemiecka, w której brali udział Ascherson, Engler, Kuhn i Reiman (w r. 1864) dała też drobny spis mchów, które oznaczył Kuhn. Odwiedzali Tatry zbierając mchy i polscy badacze: A. Rehmann (1865) i J. Czerkawski (1868). Sporo wiadomości dorzucili i niemieccy uczeni, jak R. Fritze (1870) i doskonały znawca mchów K. G. Limpricht (1874), wreszcie w tym samym czasie, co i Chałubiński, zebrał trochę mchów i J. Krupa (1877). Chałubiński zebrał, krytycznie ocenił całą tę literaturę i przedstawił w swej pracy najpełniejszy spis mchów tatrzańskich, jakie sam zebrał i oznaczył, wymieniając skrupulatnie wszystkie stanowiska, co pozwala nie tylko poznać skład systematyczny, lecz i rozmieszczenie pionowe tych organizmów w górach. Tutaj przydała mu się szkoła systematyczna, jaką przeszedł w Wilnie pod kierunkiem S. B. Gorskiego i w Dorpacie pod kierunkiem A. Bungego. Do pracy została dołączona doskonała mapa Tatr w skali 1 : 150000, gdzie numerami zostały oznaczone wszystkie stanowiska, z których były zbierane mchy. Wskazano tu 140 numerów, dotyczących szczytów, turni i przełęczy, 48 stawów i 8 dolin. Pomimo wielu poprzednich badań Chałubiński wskazał 62 gatunki (14,7%), jako nowe dla flory Tatr.

W badaniu mchów Chałubiński znalazł niebawem kontynuatorów. Pierwszym był jego siostrzeniec Kazimierz Filipowicz (1845—1891) tak samo doktór medycyny Uniwersytetu w Würzburgu. Pod wpływem swego wuja obok medycyny zajął się ubocznie badaniem słabo dotąd zbadanych roślin zarodnikowych. Ogłosił szereg popularnych artykułów we „Wszechświecie" (1882) o roślinach zarodnikowych (wyszły one również w oddzielnej odbitce) i chcąc dopomóc i zachęcić początkujących badaczy tworzył małe zielniczki, które chętnie im rozdawał. Osobiście ogłosił w I tomie „Pamiętnika Fizyograficznego" (1881) plon swoich badań pt. „Spis mchów, wątrobowców i porostów z niektórych stanowisk Królestwa Polskiego". Zawiera on bogaty materiał z okolic Ojcowa, Warszawy, Łukowa, Puław i Brześcia Litewskiego (298 gat.).

Pod wpływem Chałubińskiego i Filipowicza dwaj studenci medycyny Uniwersytetu Warszawskiego Franciszek Błoński (1861—1910) i Julian Steinhaus zaczęli zbierać mchy w okolicach Warszawy. Pierwszy stał się niebawem specjalistą w tym dziale, drukując na łamach „Pamiętnika Fizyograficznego" cenne opracowania monograficzne dotyczące wątrobowców (VIII, 1888) i części mchów liściastych (IX, X, 1889 i 1890), ogłosił szereg drobniejszych prac i po śmierci zostawił cenną bibliotekę i obszerny zielnik z niemałym znawstwem i dużym kosztem zgromadzone. Drugi ogłosił, opierając się częściowo na zbiorach Filipowicza, niewielki przyczynek w języku rosyjskim (1887).

W tym czasie student przyrody Uniwersytetu Warszawskiego Stanisław Dawid (1861—1917) (później absolwent Akademii Rolniczej pod Moskwą i profesor w Instytucie Weterynaryjnym w Dorpacie) uzyskał w r. 1884 złoty medal za pracę o mchach okolic Warszawy. Praca ta nie była drukowana, lecz częściowo była wykorzystana przez Błońskiego, a mnie udało się odszukać część oryginałów zielnikowych i podać je w pracy o mchach okolic Warszawy [1]. Do tych badaczów mchów, którzy korzystali z przykładu, zachęty i wskazówek Chałubińskiego, można doliczyć jeszcze nazwisko ziemianina oszmiańskiego Kazimierza Szafnagla (1858—1923), który opracował mchy Wileńszczyzny a częściowo i Królestwa Polskiego (Zapiski bryologiczne. Tow. Przyj. Nauk w Wilnie. T. I. 1908).

Pochłonięty w Warszawie praktyką lekarską Chałubiński nie mógł tutaj prowadzić badań terenowych, lecz służył innym przykładem i zachętą tak, że możemy go nazwać duchowym ojcem szkoły warszawskich bryologów. Kontynuatorem jego prac na terenie Tatr stał się Węgier dr Istvan Györffy, profesor botaniki w Cluju (Kolozsvarze) a później w Szegedzie. Od r. 1903 prawie rokrocznie odwiedzał on Tatry, drukując w węgierskim organie „Magyar Botanikai Lapok" cenne przyczynki o mchach tatrzańskich. Żywił on wielki kult dla Chałubińskiego, zwłaszcza, że poza wspólnym zainteresowaniem mchami Tatr, wiedział dobrze o epizodzie jego życia — udziale w powstaniu węgierskim 1848 roku. W r. 1926 przypomniał, że upłynęło 40 lat od kapitalnego dzieła Chałubińskiego o mchach tatrzańskich, pisząc po węgiersku artykuł, w którym umieścił fotografię pomnika Chałubińskiego w Zakopanem. Później znów w Archiwum historii i filozofii medycyny w Poznaniu (1935, XV, 117—138) umieścił w języku niemieckim obszerniejsze wspomnienia o życiu i zasługach naukowych Chałubińskiego, poświęcając je, jak się wyraził, „tytanowi polskiego ducha". Györffy podkreśla jego niezwykłą sumien-

---

[1] B. Hryniewiecki, K. Stefanowicz-Owczarska, I. Rejmentówna, K. Lublinerówna, Mszaki okolic Warszawy. „Planta Polonica". VI. 1937.

ność i ścisłość naukową w oznaczaniu gatunków, co doprowadziło do wyróżnienia 8 nowych odmian, nie licząc wielu form, dokładność wskazówek topograficznych oraz charakteru podłoża wapiennego czy granitowego, na co inni badacze nie zwracali uwagi.

Wobec tego, że Chałubiński uwzględnił tylko mchy liściaste, kontynuatorem jego pracy na terenie Tatr stał się lwowski profesor I. Szyszyłowicz, uzupełniając jego studia pracą o wątrobowcach (O rozmieszczeniu wątrobowców w Tatrach, S. K. F. XIX, 1885). Nowe szczegóły do mchów tatrzańskich dorzucił J. Krupa (S. K. F. XXI, 1888).

Dla uczczenia Chałubińskiego prof. J. Wołoszyńska nazwała opisany przez siebie nowy gatunek bruzdnicy — *Peridinium Chałubińskii.*

Z przeglądu prac botanicznych Chałubińskiego widzimy, że chociaż przy swoich różnorodnych zainteresowaniach ulubioną dziedziną botaniki mógł się zajmować tylko ubocznie, pozostawił jednak cenne prace, które zjednały mu uznanie u obcych i stały się u nas zachętą dla wielu do kroczenia w jego ślady.

RÉSUMÉ

Tytus Chałubiński était célèbre en Pologne surtout comme médecin très capable. Après ses études à l'Académie Médico-Chirurgicale de Wilno (1838—1840), à l'Université de Dorpat (1840—1842) et Würzburg (1842—1844) il a obtenu le degré du docteur en médecine. En 1846 il a commencé sa pratique comme médecin à Varsovie où il se fait très vite un excellent diagnoste. En 1858 il était nommé professeur à l'Académie de Médecine et puis à „Szkoła Główna" de Varsovie. Il a resigné de ce poste en 1871 à cause de la russification de l'université et s'établit à Zakopane près de Tatra.

A Zakopane il a vécu pendant plusieurs années où il organisait des sanatoria antituberculiques et en même temps il s'intéressait beaucoup de folklore et l'histoire naturelle des montagnes de Tatra. Chałubiński s'occupait déjà de la botanique comme l'étudiant de la médecine et en ce temps là il a publié deux études historiques sur la botanique. Pendant son séjour à Zakopane il a commencé des études serieuses sur les mousses des monts Tatra qui ont une grande valeur scientifique.

En 1878 et 1879 il a publié dans le journal „Pamiętnik Towarzystwa Tatrzańskiego" vol. III et IV deux listes des mousses trouvées dans les Tatra. L'une contenante 217 et l'autre 116 espèces. En 1882 dans le II vol. du. Journal „Pamiętnik Fizyograficzny" il présenta une importante monographie de la famille des mousses *Grimmieae*, intitulée „Grimmieae Tatrenses". Enfin en 1886 dans le IVéme volume du même journal il a publié une liste complète des muscinées trouvées dans les Tatra, énumérant 422 espèces des mousses et indiquant leur distribution dans les montagnes.

Après son séjour de plusieurs années à Zakopane il retourna à Varsovie où très occupé de sa pratique médicale il n'avait plus le temps pour les

études botaniques. Tout de même il s'occupait toujours de l'organisation de la vie scientifique à Varsovie et exercait sur la jeune génération des nos naturalistes et surtout nos bryologues une grande influence.

SPIS PRAC BOTANICZNYCH DRA TYTUSA CHAŁUBIŃSKIEGO

Liste des travaux botaniques du dr Tytus Chałubiński

1. 1843, Historyczny przegląd mniemań o płciowości i sposobie zapładniania się roślin (Aperçu historique des théories sur la sexualité des plantes et sur le mode de leur fécondation). Biblioteka Warszawska. 1843. III. 528—563.
2. 1846, Rzut oka na dzieje botaniki i na stosunek do innych umiejętności przyrodzonych. (Coup d'oeil sur l'histoire de botanique et leur relation aux sciences naturelles). Biblioteka Warszawska, 1846, I, 308—321.
3. 1849, Adrian Jussieu. Wykład początków botaniki. Przełożył Tytus Chałubiński, Wyd. Wykład Początków Historii Naturalnej. T. II, Warszawa, 1849, s. XI—775. Z 736 ryc. w tekście i XV tablicami. (Traduction du manuel de Botanique par le prof. Adrien de Jussieu).
4. 1878, Spis mchów zebranych i oznaczonych z wycieczek w Tatry w r. 1876. „Pamiętnik Tow. Tatrz." 1878, III, 28—31. (Liste des mousses trouvés et determinés pendant l'excursion de Tatra en 1876).
5. 1879, Spis mchów zebranych i oznaczonych z wycieczek w Tatry w r. 1876 i 1877. „Pam. Tow. Tatrz." 1879. IV. 35—36. (Liste des mousses trouvés et determinés pendant les excursions dans Tatra-montagnes en 1876 et 1877).
6. 1879, Sześć dni w Tatrach. Wycieczka bez programu. „Niwa" 1879, Zesz. 105, 106, 108 i 109. „Pam. Tow. Tatrz." 1879. IV. 47—78. (Six jours dans les Tatra-montagnes, Excursion sans programme).
7. 1882, *Grimmieae Tatrenses. Ex autopsia descripsit et adumbravit dr T. Ch.* „Pam. Fizyogr." II. 1882. Warszawa. Tab. I—XVIII.
8. 1886, *Enumeratio muscorum frondosorum Tatrensium hucusque cognitorum.* „Pam. Fizyogr." VI. 1886. I—VIII, 3—207. Z mapą Tatr 1 : 150 000.

ŻYCIORYSY TYTUSA CHAŁUBIŃSKIEGO[1]

1. Znatowicz B., Tytus Chałubiński, „Wszechświat", T. VIII, 1889, Nr 45, str. 710—711, z portr.
2. Natanson L., Jurkiewicz K., Kramsztyk Z., Witkiewicz S., Slósarski A., „Wszechświat", T. VIII, 1889, nr 46, str. 725—738.
3. Łuczkiewicz, Tytus Chałubiński, Wspomnienie pośmiertne, Biblioteka Warszawska, 1889, IV, 455.
4. Baranowski I., Tytus Chałubiński, Wyd. I. Odb. z „Kraju", Petersburg, 1890, wyd. II, Warszawa, 1907.
5. Bieliński J., Stan nauk lekarskich za czasów Ak. Med. Chir. Wileńskiej bibliograficznie przedstawiony, 1889, 612, 781.

[1] Bibliografia prac dotyczących Chałubińskiego jest niezmiernie obfita, podał ją *A. Wrzosek* w Pol. Słown. Biogr. P. A. U. T. III. Podałem tu głównie prace pisane przez przyrodników lub zawierające dokładne daty z jego życia.

6. Bartkiewicz Br., Warszawska Medyko-Chirurgiczna Akademia i Wydział Lekarski Szkoły Głównej Warszawskiej, 1901, str. 173—180.

7. Nusbaum - Hilarowicz J., Szlakami Nauki Ojczystej, Prof. Tytus Chałubiński, Warszawa, 1916, str. 83—99, z portr.

8. Wodziczko A., Nieogłoszona praca botaniczna dra T. Chałubińskiego (Zur Entwicklungsgeschichte der Spaltöffnungen), Arch. Hist. i Filozof. Med., Poznań, III. 1925, str. 45—56.

9. Györffy I., Dr Tytus Chałubiński, Arch. Hist. i Bolz. Med., Poznań 1935, XV, str. 117—138.

10. Wrzosek A., Tytus Chałubiński, Pol. Słownik Biogr. P. A. U. T. III, Kraków, 1937, str. 253—257 (najbardziej wyczerpujący życiorys).

ACTA SOCIETATIS
BOTANICORUM POLONIAE
Vol. XXIV — Nr 2
1955

BIULETYN OGRODÓW BOTANICZNYCH

Nr 1, 1955

JAN MUSZYŃSKI

Z PRAC AKLIMATYZACYJNYCH W OGRODZIE BOTANICZNYM W ŁODZI

Od szeregu lat prowadzone są w Ogrodzie doświadczenia nad aklimatyzacją roślin obcych naszej florze, a mianowicie nad:

1. *Scopolia lurida* Dun. (syn. *Anisodus luridus* Link. et Otto) z rodziny *Solanaceae*. Jest to roślina himalajska hodowana od czterech lat w Ogrodzie Botanicznym w Łodzi. Zimę znosi u nas dobrze; wyrasta do 1 m. Mięsiste korzenie trzyletniej lulecznicy ważą około 1 kg. Kwitnie w końcu maja — początkach czerwca bardzo obficie, ale nawet przy sztucznym zapyleniu — nie wydaje owoców i nasion. Liście zebrane w czasie kwitnienia zawierają do 0,5% alkaloidów tropeinowych (ryc. 1).



Ryc. 1. *Scopolia lurida* Dun. — Lulecznica himalajska.

2. *Ammi visnaga* Lam. z rodziny *Umbelliferae,* ojczyzną jej są kraje śródziemnomorskie. Gatunek ten hodowany jest u nas od dwu lat. Przy wysiewie do gruntu w maju — nasiona kiełkują po 21—28 dniach; rośliny dopiero przed jesienią wydają pierwsze baldachy kwiatowe. Dla przyspieszenia wegetacji zaczęto nasiona wysiewać w kwietniu do skrzynek w inspekcie, gdzie kiełkują w ciągu dwu tygodni. Młode siewki pikuje się do skrzynek lub doniczek w inspekcie, zaś w końcu maja wysadza do



Ryc. 2. *Ammi visnaga* Lam.

gruntu. W tym przypadku rośliny zakwitają w sierpniu. Jeśli lato i jesień są chłodne, ustawia się nad kwitnącymi roślinami ramy inspektowe i wtedy pierwsze baldachy dojrzewają w końcu września lub w początkach października. Większość jednak baldachów nie dojrzewa. Dążymy do otrzymania roślin z własnych nasion, dojrzewających w naszych warunkach klimatycznych. W związku z tym, że kwiatostany i niedojrzałe baldachy owoców zawierają m. in. khellinę (do 1,25%) — warto byłoby rozpocząć uprawę tej rośliny w Polsce z nasion importowanych z Egiptu (ryc. 2).

3. *Grindelia robusta* Nutt. i *Grindelia squarrosa* Dun. z rodziny *Compositae.* Rośliny dwuletnie (rzadziej byliny) z południowo-zachodnich części Ameryki Północnej. Hodowane w Ogrodzie Botanicznym w Łodzi od 7 lat; zimy nasze wytrzymują doskonale. Zakwitają w czerwcu-lipcu, dając dojrzałe nasiona w sierpniu. *Grindelia* łatwo rozsiewa się sama i na terenie Ogrodu Botanicznego w Łodzi staje się niemal chwastem.

Badaniem składników tej rośliny, z której wielu krajach otrzymywano surowiec farmakopealny — zajmuje się Zakład Chemii Organicznej Wydziału Farmaceutycznego Akademii Medycznej w Łodzi.

OD REDAKCJI

W związku z notatką prof. J. Muszyńskiego o *Ammi visnaga* L a m. — Warszawski Ogród Botaniczny informuje, że w roku 1954 nasiona tej rośliny, wysiane w dniu 17 marca do skrzynek ustawionych w mnożarce, wykiełkowały w dniu 25 marca. Siewki przepikowano w dniu 3 kwietnia, do gruntu przesadzono je w pierwszych dniach maja. Rośliny zaczęły kwitnąć w końcu maja, zaś w końcu września wykształciły dojrzałe, dobrze kiełkujące nasiona.

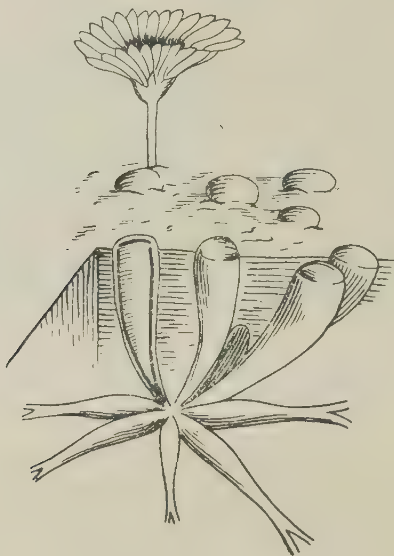
JAN AUGUSTYNOWICZ

ROŚLINY „OKIENKOWATE" WE WROCŁAWSKIM OGRODZIE BOTANICZNYM

Mało znaną, lecz chyba jedną z najbardziej interesujących, grupą roślin należących do rodzaju *Mesembryanthemum* — są rośliny „okienkowate" (windowed plants; Fensterpflanzen), występujące w naturze w Afryce Południowej na obszarze Kraju Przylądkowego oraz na przylegających doń terenach pustynnych i półpustynnych Karroo i Namib. Obszar ten zawiera wiele gatunków roślin kwiatowych, wśród których występują gatunki bardzo interesujące pod względem morfologicznym, o swoistych przystosowaniach, nie spotykanych gdzie indziej. Wśród nich jedną z dominujących grup — jest rodzina *Aizoaceae,* ze wspomnianym wyżej rodzajem *Mesembryanthemum* L. — „przypołudnikiem". Rodzaj ten, rozbity niedawno przez N. E. B r o w n' a i C. S c h w a n t e s' a na około sto mniejszych rodzajów — wykazuje bardzo dużą zmienność form. Począwszy od płożących podkrzewów z lekko tylko zgrubiałymi liśćmi, podobnymi np. do *Polygonum,* skończywszy zaś na skrajnie gruboszowatych formach, u których ciało rośliny zredukowane jest do 2 zrośniętych ze sobą liści, jak np. u rodzajów *Lithops* i *Conophytum,* znanych pod nazwą „żywych kamieni". Mniej natomiast znaną jest grupa roślin „okienkowatych". Chlorofil u tych sukkulentów nie jest rozłożony równomiernie, lecz występują tu miejsca, gdzie pozbawiona chlorofilu tkanka wodna dochodzi do samej skórki. Powstają w ten sposób tak zwane „okienka", przez które silnie rozproszone światło słoneczne pada na miękisz zieleniowy. — Jak się wydaje mamy tu do czynienia z celowym przystosowaniem, chroniącym chlorofil przed zbyt silnym nagrzaniem. — Dotychczas znanych jest około 20 gatunków roślin „okienkowatych"; spotykamy je wśród rodzajów: *Fenestraria, Lithops* i *Ophthalmophyllum* z rodziny *Aizoaceae* oraz u gatunku *Haworthia cymbiformis* D u v a l z rodziny *Liliaceae.*

W kolekcji Wrocławskiego Ogrodu Botanicznego znajdują się: *Fenestraria aurantiaca* N. E. B r., *Ophthalmophyllum Jacobsenianum* S c h w a n t e s i *Haworthia cymbiformis* D u v a l. — Najciekawszą

z nich jest *Fenestraria aurantiaca.* Jest to sukkulent bezłodygowy, żyjący w najgorętszych miejscach pustyni Namib. Rozeta liściowa składa się z około 20 liści o długości około 8 cm każdy. Liście są silnie mięsiste, w przekroju prawie dokładnie okrągłe, każdy zaś liść kształtem przypomina jak gdyby zakrzywioną maczugę, zwężającą się silnie ku dołowi, a spłaszczoną i tępo ściętą na wierzchołku. Chlorofil jest tu rozłożony wyłącznie na bokach liścia, natomiast miękisz bezzieleniowy dochodzi do samego szczytu. — Według R. Marloth'a roślina ta w warunkach naturalnych jest całkowicie przykryta piaskiem, a nad powierzchnią ziemi wystają jedynie owe „okienka" oraz pęd kwiatowy (ryc. 1). W warun-

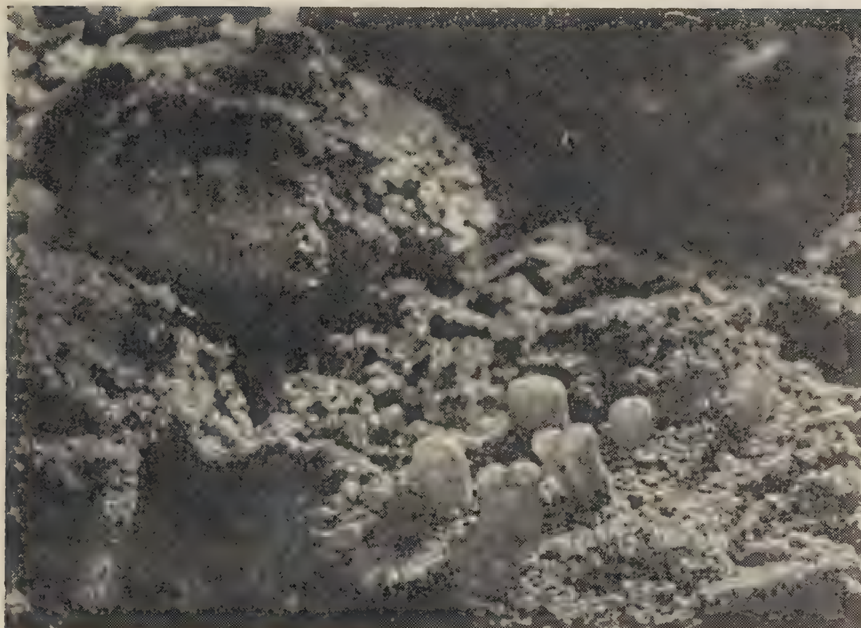


Ryc. 1. *Fenestraria aurantiaca* N. E. Br.
(według R. Marloth'a)

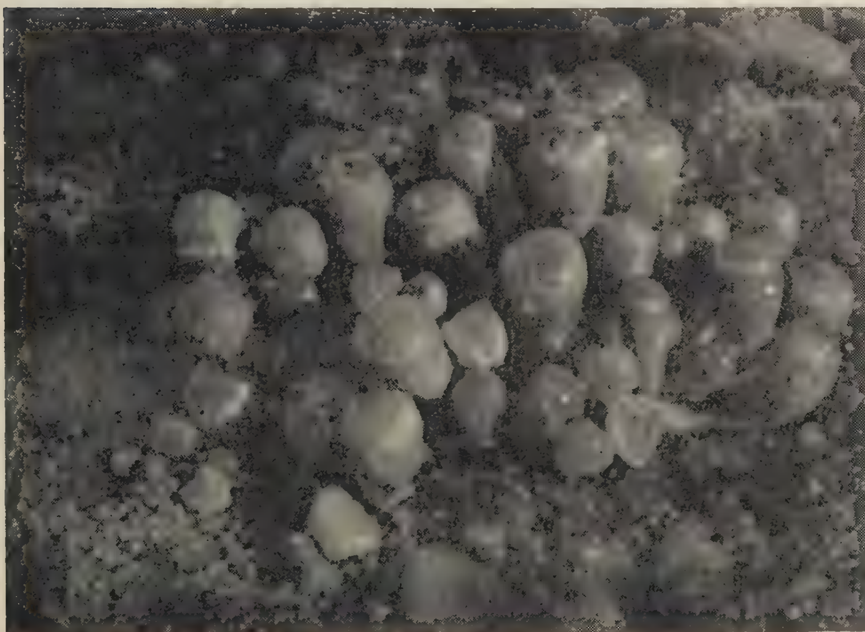
kach kultury szklarniowej rośliny wyrastają nieco powyżej powierzchni ziemi. W przeciwieństwie do innych sukkulentów — system korzeniowy *Fenestraria aurantiaca* jest dość silnie rozbudowany i składa się z wielu korzeni, ciągnących się poziomo pod powierzchnią ziemi i dzięki temu wykorzystujących każdą kropelkę wilgoci (ryc. 2).

Ophthalmophyllum Jacobsenianum przypomina wyglądem zewnętrznym sukkulenty z rodzaju *Lithops* i *Conophytum.* Ciało rośliny składa się z dwóch liści, zrośniętych ze sobą szwem pionowym tak ściśle, że jedynie na górze jest widoczne miejsce zrastania się. Każdy liść zaopatrzony jest w „okienko", podobnie jak u *Fenestraria aurantiaca* (ryc. 3).

Haworthia cymbiformis ogólnym wyglądem różni się dość znacznie od innych gatunków *Haworthia,* spotykanych często w ogrodach botanicz-



Ryc. 2. *Fenestraria aurantiaca* N. E. Br. (fot. Niewiłecki).



Ryc. 3. *Ophthalmophyllum Jacobsenianum* Schwantes (fot. Niewiłecki).

nych i mieszkaniach. U większości gatunków liście są sztywne, ciemno zielone, mięsiste. *Haworthia cymbiformis* ma liście szarozielone, bardziej szerokie i mięsiste o skórce słabo skutynizowanej. Brak tu jednego wyraźnego ,,okienka", miękisz zieleniowy rozsiany jest bowiem pod powierzchnią liścia w wielu warstwach, a więc ,,okienka" mają tu kształt smug i pasm. W kulturze najłatwiej jest jednak utrzymać *Haworthia cymbiformis*, zadowalającą się ziemią taką, jak większość *Gasteria* sp. i *Aloë* sp., a więc żyzną, dobrze przepuszczalną i zdrenowaną. W dnie słoneczne podlewa się je w naszej szklarni co 2—3 dni. W dnie pochmurne roślina nie powinna otrzymywać a n i k r o p l i wody. Ewentualne zwiotczenie liści jest oznaką zbytniego zasilenia wodą; jedynym ratunkiem jest wtedy natychmiastowe przerwanie podlewania. Trzeba stale pamiętać o tym, że rośliny te żyją w okolicach, gdzie pora deszczowa, a z nią okres wegetacji redu-



Ryc. 4. *Haworthia cymbiformis* D u v a l. (fot. Niewiłecki).

kuje się nieraz do kilku dni w roku. *Haworthia* kiełkuje z nasion w ciągu siedmiu dni. Siewki, rosnące dosyć wolno, powinny być utrzymywane w stanie ciągłej, lekkiej wilgotności ziemi, podobnie jak kaktusy (ryc. 4).

U w a g a: Nasiona omawianych roślin są prawie co rok zgłaszane do wymiany przez Narodowy Ogród Botaniczny w Kirstenbosch koło Capetown (Afryka Południowa).

FREKWENCJA ZWIEDZAJĄCYCH OGRODY BOTANICZNE

1. Ogród Botaniczny Uniwersytetu Jagiellońskiego został po wojnie udostępniony dla publiczności w roku 1945.

W okresie dziesięciolecia frekwencja zwiedzających wyraziła się następującymi liczbami:

Rok	Wycieczki		Ogółem
	ilość	osób	
1945	171	5.003	38.641
1946	285	9.416	49.641
1947	375	12.777	51.931
1948	328	10.866	64.189
1949	363	12.328	50.138
1950	672	12.213	78.268
1951	458	11.890	91.242
1952	331	11.238	71.591
1953	452	13.525	99.378
1954	487	16.956	107.596
Łącznie		116.212	702.615

2. Ogród Botaniczny Uniwersytetu Warszawskiego został po wojnie otwarty dla publiczności w roku 1949.

W okresie od roku 1949 do roku 1954 włącznie frekwencja zwiedzających była następująca:

Rok	Wycieczki		Ogółem
	ilość	osób	
1949	253	9.263	64.210
1950	255	10.049	83.900
1951	293	11.271	92.866
1952	196	7.670	68.817
1953	252	8 519	85.603
1954	250	8.785	92.540
Łącznie		55.557	487.936

Wycieczki (przeciętnie około 80%) obejmowały głównie młodzież szkolną.

Indywidualnie ucząca się młodzież (zarówno szkół ogólnokształcących jak wyższych uczelni) zwiedziła Ogród Botaniczny w okresie sprawozdawczym w liczbie 141.512 osób.

3. Ogród Botaniczny I. H. A. R'u w Bydgoszczy został otwarty dla publiczności w roku 1947; frekwencja zwiedzających w tym okresie była następująca:

Rok	Ogółem osób	Rok	Ogółem osób
1947	7.200	1951	38.648
1948	35.009	1952	42.527
1949	41.716	1953	50.566
1950	36.686	1954	66.777
		Łącznie	319.129

4. Ogród Botaniczny Zieleni Miejskiej w Łodzi został otwarty dla publiczności w roku 1947 (zasadniczo tylko dla wycieczek uczącej się młodzieży szkół ogólnokształcących i akademickich).

Rok	Wycieczki		Ogółem
	ilość	osób	
1947	15	424	604
1948	22	618	877
1949	30	812	1138
1950	36	987	1341
1951	43	1126	1534
1952	48	1357	1814
1953	56	1678	2287
1954	68	2156	2840
Łącznie		9.158	12.435

Indywidualnie ucząca się młodzież zwiedziła Ogród w okresie sprawozdawczym w liczbie 1.658 osób; dorośli w liczbie 1.619 osób.

5. W Arboretum Kórnickim frekwencja zwiedzających w okresie dziesięciolecia była następująca:

Rok	Ogółem osób	Rok	Ogółem osób
1945	Nie prowadzono statystyki	1950	36.000
1946	8.000	1951	35.000
1947	13.000	1952	38.000
1948	23.000	1953	42.000
1949	25.000	1954	40.000
		Łącznie	260.000 osób

Należy przyjąć, że 50% zwiedzających stanowiła młodzież szkolna.

UWAGI DLA AUTORÓW

Redakcja przyjmuje tylko pierwsze maszynopisy (a nie kopie). Objętość nadesłanych prac nie powinna w zasadzie przekraczać 1 arkusza druku; umieszczanie większych prac wymaga poprzedniego omówienia z redaktorem. Materiał ilustracyjny w postaci rysunków w tekście lub tablic umieszczanych poza tekstem należy ograniczać do niezbędnego minimum. Rysunki muszą być dokładnie oznaczone, lecz nie numerowane na samej ilustracji. Poszczególne rysunki w tablicach winny być oznaczane raczej literami niż cyframi. Podpisy do rysunków i tabel winny być napisane na maszynie oddzielnie, gdyż gdzie indziej sporządzane są klisze a gdzie indziej składane są objaśnienia do nich. Materiał tabelaryczny nie może zajmować więcej niż 1/4 całego tekstu.

Prace przyjmowane są w języku polskim, angielskim, niemieckim, francuskim i rosyjskim z tym, iż prace w języku polskim muszą posiadać tytuł obcojęzyczny oraz streszczenie i ewentualnie objaśnienia rysunków w tym samym języku. W każdym maszynopisie winno być umieszczone na końcu streszczenie ważniejszych wyników pracy. Wszystkie cytaty z literatury w tekście winny zawierać nazwisko autora oraz pierwsze litery imion wraz z datą publikacji. Spis literatury cytowanej w tekście winien być umieszczony na końcu pracy pt. „Literatura", w którym umieszczeni są autorowie alfabetycznie, a prace danego autora chronologicznie. Po nazwisku i pierwszych literach imion autora winna znajdować się data publikacji, następnie tytuł (który może być opuszczony), dalej skrót nazwy czasopisma, według reguł przyjętych w „World list of scientific periodicals" Oxford University Press 1925, następnie należy podać numer tomu i pierwszą i ostatnią liczbę stronic, oznaczoną literami arabskimi. W wypadku wydawnictwa książkowego a nie periodycznego, należy podać liczbę stronic, miejsce i datę publikacji oraz nazwisko wydawcy. Np.:

Bridges C. B., 1938. A revised map of the salivary gland X chromosome. Journ. Hered. 29: 11—13.

Hobgen L., 1933. Nature and Nurture. 144. pp. New York W. W. Norton and Co Inc.

Odnośniki w tekście powinny być w miarę możliwości unikane (zwykle mogą być umieszczane w tekście w nawiasach w miejscu do którego się odnoszą). O ile są konieczne, powinny być oznaczane cyframi.

Korekty w ilości dwóch będą wysyłane autorom: w tym celu należy wraz z maszynopisem podać dokładny adres i podawać następnie ewentualne zmiany adresu. Korekty muszą być zwracane szybko, bez większych zmian w tekście. Acta Soc. Bot. Pol. dają autorom 25 bezpłatnych odbitek bez okładek (a 75 po cenie kosztów).

Rękopisy należy przesyłać do redaktorów: prof. K. Bassalika (Warszawa, Krakowskie Przedmieście 26/28) lub doc. W. Gajewskiego (Warszawa, al. Ujazdowskie 4), wszelką zaś korespondencję w sprawach wydawniczych do Redakcji (Warszawa, al. Ujazdowskie 4).

Cena zł 20.–